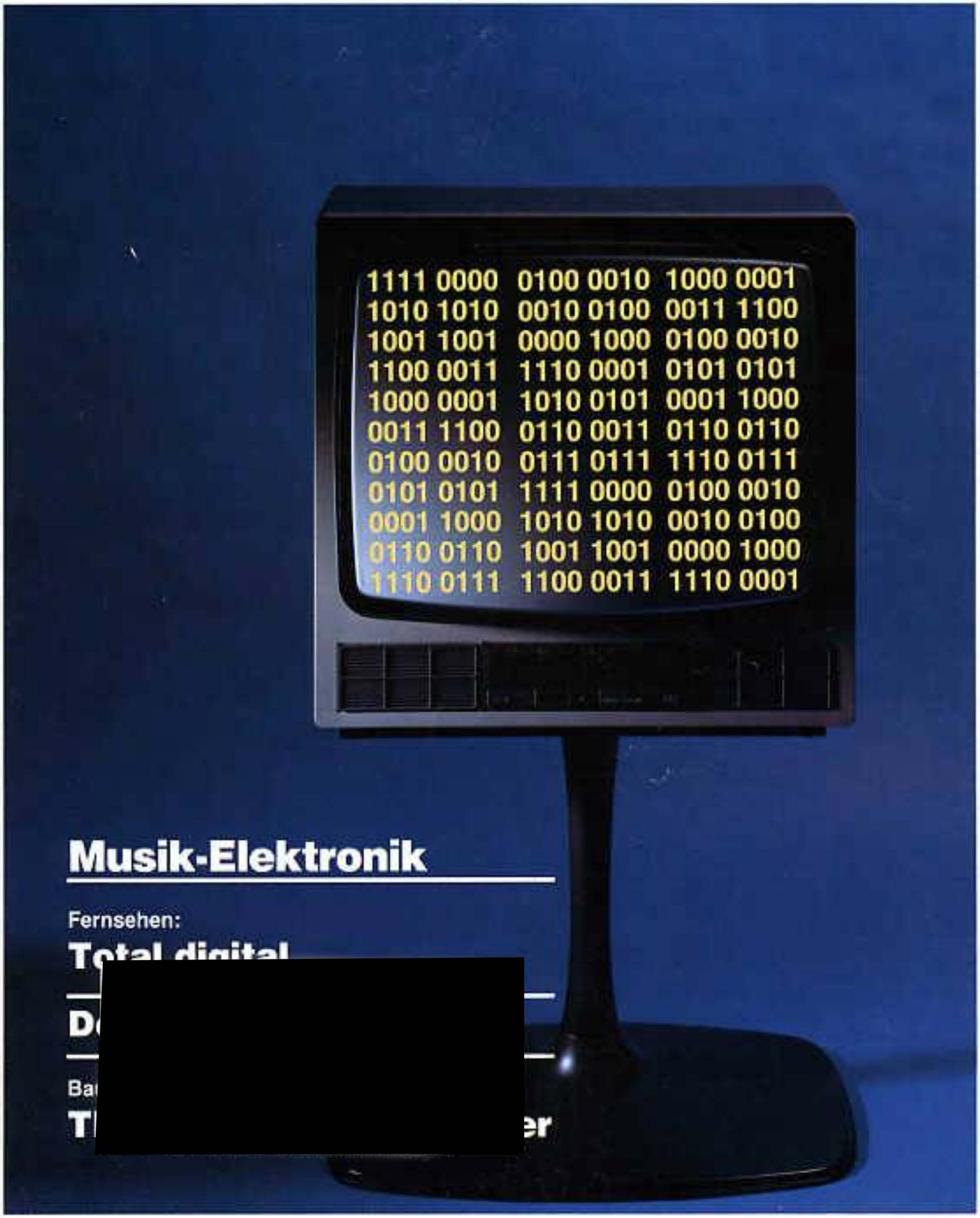
27. November 1981 · DM 4.– · öS 36.– · sfr 4.30 · Nr. 24

Funkschau

Elektronik in Audio und Video, Kommunikation und Meßtechnik



Musik-Elektronik

Fernsehen:

Total digital

D[redacted]

Ba[redacted]

T[redacted]er

Glashaus Funkschau

Auch diesmal wollen wir unseren Lesern bereits vorab einen Überblick über die wichtigsten Themenkreise geben, die die FUNKSCHAU im kommenden Jahr behandeln will. Neben diesen Schwerpunktthemen werden natürlich die bekannten Rubriken in jedem Heft fortgesetzt.

Das Heft 1 hat sich neben der Produktronica-Berichterstattung das Thema „Leitertechnik" vorgenommen. Hier hat sich in den letzten Jahren viel Interessantes getan: Das geht von der Dickschicht-Hybridtechnik bis zu starrflexiblen (!) Leiterplatten. Bereits im anschließenden Heft werden wir unter dem Stichwort „Telefon – heute" einen Abriß über den Stand der Technik aus der Sicht des Teilnehmers bringen. Das Heft 3 schließlich beschäftigt sich mit bildverarbeitenden Systemen, vor allem auch aus der Medizin.

Dann folgt ein Heft über ungewöhnliche Bauelemente. Geplant sind Beiträge über Elongatoren, Magnetfeldhalbleiter, MESFETS und Josephson-Elemente, um nur einige zu nennen. Im Heft 5 bringen wir einen ausführlichen Report über HiFi im Auto, während Heft 6 unser „Forschungsheft" für das Jahr 1982 unter dem Titel „Radioastronomie" ist.

Noch vor der Hannover-Messe gibt es die beiden Schwerpunkthefte über Meßgeräte (7/82) und Büroelektronik (8/82). In den folgenden Heften setzen wir Akzente auf die Entwicklung neuer Batterien und auf neue Prinzipien bei Alarmanlagen. Noch im Frühjahr wird es je ein Heft geben, das sich mit tragbaren Vi-

deoanlagen (11/81) sowie mit Beschallungstechniken auseinandersetzt.

Die zweite Jahreshälfte beginnt mit einem Heft über Funkgeräte – und zwar gleichermaßen für den kommerziellen Bereich wie für den Amateurfunksektor. In einem zusammenfassenden Report über die in Hannover und auf dem Bauelemente-Salon in Paris vorgestellten „Interessanten ICs" (Heft 14) knüpfen wir an ein erfolgreiches Heft des Jahres 1981 an. Dem auf Wartung und Service ausgerichteten Leserkreis widmen wir mit aktuellen Berichten das Heft 15, gefolgt von zwei Vorberichtsheften zur HiFiVideo-Messe in Düsseldorf, in denen die Schwerpunkte bei elektroakustischen Wandlern und in einem Vergleich zwischen Bandgerät und Kassettendeck liegen.

Dann folgen wieder zwei „professionelle" Hefte mit den Themen „Fernkopieren oder Teletex?" bzw. einer Gegenüberstellung der Möglichkeiten von Kabelfernsehen und Satelliten-TV (wobei wir die Erfahrungen in anderen Ländern mit einfließen lassen wollen). Nach der Ferienzeit kommt mit Heft 20 ein weiteres heißes Thema: Optoelektronik und Displays (auch hier gab es große Resonanz im Jahr 1981).

Zwei Berichterstattungshefte von der HiFiVideo haben als Schwerpunkte Videosysteme (21/81) bzw. HiFi-Zusatzbausteine (22/81). Zur Electronica erscheint ein Heft über „Sensoren" und im November dann ein Heft über Zusatzgeräte zum Telefon. Das Jahresschlußheft schließlich wird sich mit der Elektronik rund ums Auto beschäftigen – ohne die Autoradios allerdings, sondern mit Schwerpunkt auf den anderen Dingen wie ABS-System, Tripcomputer, Auffahrwarnsysteme und was es dort an Elektronik sonst noch mehr gibt.

Dazu bringt die FUNKSCHAU in jedem Heft acht Seiten Praxis und Hobby sowie über das Jahr verteilt rund 200 Seiten Audio, 200 Seiten Video, mehr als 500 Seiten Elektronik (davon die Hälfte über elektronische Bauelemente), 150 Seiten Kommunikationstechnik, mehr als 80 Seiten Meß- und Fertigungstechnik, 150 Seiten sonstige redaktionelle Rubriken wie Forschung, Mikroprozessoren und Berufswissen sowie mehr als 250 Seiten aktuelle Nachrichten. Wir hoffen auf geneigte Aufnahme durch unsere Leser.

Klaus H. Knapp

In diesem Heft

Focus

Glashaus FUNKSCHAU 3

Leserbriefe 6

Informationen

Alte Musikautomaten 8
Konkurrenz für die Mavica 8
Optische AND-Gates 8
Zirkular polarisiert 10
Bildarray mit 2000 Wechseln/s 10
Zweitauto mit Batterie 10
Murphy's Gesetze (28) 10
Informationssystem für Busse 12
Notizen einer Polen-Reise 12
PCM-Kassettendeck 12
8-Bit-A/D-Wandler mit 75 MHz 12
100 GHz überschritten 12
Auch NEC im PC-Markt 14
Mehr Elektronik im Auto 14
Wie man Fachzeitschriften nutzt .. 14
Vertrag: Harris und Signetics 14
IBM mit Personal Computer 16
50fach zuverlässig 16
Alte Zöpfe 16
Bipolarer Know-how-Austausch ... 16
Aufträge per Datennetz 16
Preisverfall 16
CAD erforderlich 18
ICL und Fujitsu arbeiten zusammen 18
Solar-Satellit 18
Zusammenarbeit zwischen
AMD und Intel? 18
Sensoren-Markt wächst 18

Neue Medien

Horizon nicht im Kabel 20
Telset seit 1980 20
NBC über AT&T-Satelliten 20
Finnland zieht nach 20
Telidon im Kommen 22
Schallplatten: Per Satellit 22

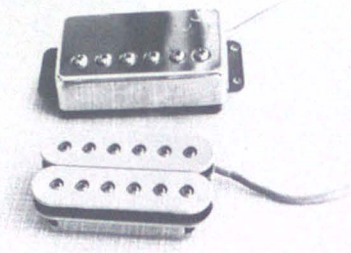
express

Mit dem Einkommen auskommen 24
Weiter steigende Aufwendungen .. 26
Optimismus im Tal der Tränen 28
Illegal? 30

Neuheitenmarkt 120
Neue Bücher 136
Neue Druckschriften 138
Impressum 119

Gitarren-Tonabnehmer

Elektrogitarren und -bässe sind aus der modernen Unterhaltungsmusik nicht mehr wegzudenken. Für die Klangqualität dieser Instrumente sind neben dem Korpus und den Saiten zu einem großen Teil aber auch die Tonabnehmer verant-



wortlich. Über die Vor- und Nachteile der verschiedenen Tonabnehmer-Bauarten (Kontakttonabnehmer und magnetische Tonabnehmer) wird unter Musikern zwar viel diskutiert, ihre Technik und Wirkungsweise sind jedoch oft weitgehend unbekannt. Dieser Beitrag will daher hier einmal Klarheit schaffen. **Seite 59**

Orgel für jedermann

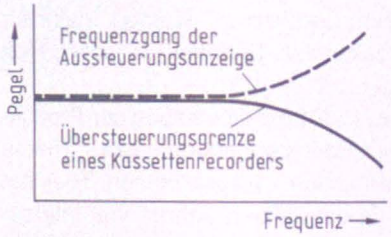
Seit etwa 20 Jahren hat sich die elektronische Orgel viele Freunde – nicht nur bei Berufsmusikern, sondern auch in der Hausmusik – erworben. Die sogenannte Computerorgel wird heute in so kleinen Abmessungen angeboten, daß sie bequem zu transportieren ist und keine Aufstellprobleme bereitet. Ein Beispiel dafür ist das Modell PS 20 von Yamaha. Es wiegt nur knapp 6 kg (ohne Batterien), hat ein Manual mit 49 Tasten (vier Oktaven) und läßt polyphones Spiel zu. Insgesamt stehen zehn verschiedene Klangfarben zur Verfügung. **Seite 63**

Mehr Störabstand

Das CBS Technology Center hat eine Kompandierungstechnik entwickelt, die bei Schallplatten angewendet werden kann. Damit soll der (bewertete) Geräuschspannungsabstand um rund 20 dB verbessert werden. Obwohl die Digitalschallplatte mit allen ihren Vorteilen hinsichtlich Dynamik, Rauschabstand und Unzerstörbarkeit bereits in der Tür steht, könnte das CX-Verfahren für eine Übergangszeit noch von Interesse sein, zumal es Millionen „konventioneller" Schallplattenspieler gibt, die mit einem Zusatzgerät „aufgewertet" werden können. **Seite 67**

Aussteuerungsanzeigen

Den Aussteuerungsanzeigen wird bei der Auslegung und Dimensionierung von Kassettenrecordern oft zu wenig Beachtung geschenkt, da sie als völlig unkritisch angesehen werden. In der Praxis zeigt sich aber, daß nur eine optimal ausgelegte Aussteuerungsanzeige un-



abhängig vom jeweiligen Programm-Material eine einwandfreie Aufnahme ermöglicht. Sie muß nämlich Übersteuerungen bei der Aufnahme ausreichend genau anzeigen, damit die Aussteuerung entsprechend korrigiert werden kann. **Seite 71**

Zum Titelbild

Ein Fernsehgerät, bei dem die Informationsverarbeitung nach dem Tuner völlig digital verläuft – das zeichnet sich seit der Funkausstellung 1981 am Horizont ab. Natürlich müssen die RGB-Stufen letzlich „analog" arbeiten wie auch die Lautsprecher „analog" angesteuert werden: Trotzdem könnte sich die zwischenzeitliche Umsetzung mit der zweimaligen Wandlung A/D bzw. D/A lohnen. Die Fertigungskosten dürften dabei kräftig sinken. (Foto: Studio Hager)

Technik von übermorgen

Die European Solid State Circuits Conference (ESSCIRC) hat inzwischen Tradition: Sie fand bereits zum siebenten Male statt. Unter Fachleuten gilt sie als die bedeutendste europäische Halbleiterkonferenz schlechthin. In diesem

Beitrag werden die interessantesten Referate und Ergebnisse vorgestellt.

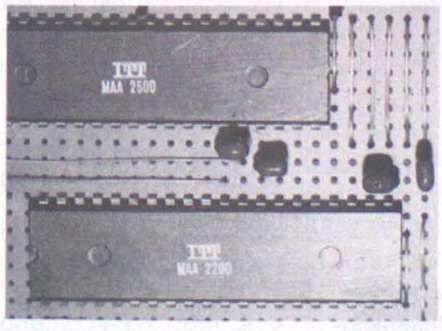
Seite 75

HiFi im Fernsehgerät

Seit einiger Zeit hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß die subjektive Qualität eines Fernsehbildes auch von einem „guten Ton" mit beeinflußt wird. Das hat z. B. zur Einführung des Quasi-Paralleltonverfahrens geführt. Weitere Verbesserungen der Tonqualität sind möglich, wenn der Entwickler trotz der sich ständig ausweitenden Bauelemente-Integration den ihm noch verbleibenden Spielraum hinsichtlich Schaltungstechnologie und -optimierung im Nf-Teil weitestgehend ausnutzt. **Seite 79**

TV: Total digital

Am Rande der Internationalen Funkausstellung in Berlin stellte Intermetall Fachleuten aus aller Welt ein Konzept für ein digitalisiertes Farbfernsehgerät vor. Mit sechs Chips, von denen die zentrale Steuerschaltung u. a. eine Mikrocompu-



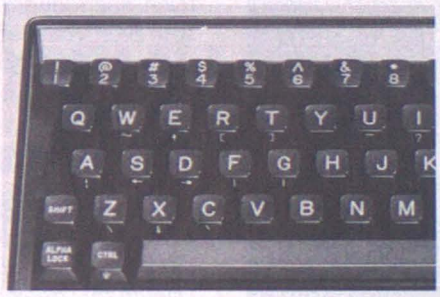
ter-Architektur des Typs 8049 enthält, könnte man, wie überschlägige Berechnungen ergeben haben, in einem Pal-Farbempfänger mit Fernbedienung etwa zehn übliche ICs, 60 Einzelhalbleiter und 300 passive Bauelemente einsparen. Damit würde sich die Herstellzeit für das Gerät fast halbieren. **Seite 95**

Turbomodulation

Turbo-Modulation nennt Sony ein Verfahren zur aktiven Bildschärfeverbesserung. Dabei wird der Elektronenstrahl in der Bildröhre nicht mit konstanter Geschwindigkeit von links nach rechts geführt, sondern bei harten Kontrastübergängen verzögert bzw. beschleunigt. Die Beeinflussung der Schreibgeschwindigkeit des Elektronenstrahls erfolgt durch statische Ablenkung im Takt der Schwarzweiß-Übergänge des Videosignals. Kurze Strahlbeschleunigungen bzw. -verzögerungen verhindern die Entstehung einer Grauzone. **Seite 100**

Der neue TI99/4A

Schon einmal hat Texas Instruments einen Anlauf unternommen, in Deutschland auf dem Personal-Computer-Markt zu landen. Es war aber eine Bauchlandung, weil die Daten des TI99/4 nicht mit den Erwartungen übereinstimmten: Für den Hobby-Markt war er zu teuer, und



für den halbprofessionellen Einsatz fehlten verschiedene wichtige Eigenschaften. Das soll mit den neuen TI99/A4 nun alles anders werden, denn vor der Markteinführung hat man zunächst sorgfältig Marktgröße und -segmente in Deutschland studiert. **Seite 103**

TB-Wiedergabeverstärker

Bereits in Heft 5/1975 wurde ein mit integrierten Schaltungen bestückter Magnetton-Wiedergabeverstärker beschrieben. Inzwischen ist die Halbleitertechnik aber fortgeschritten, so daß das Schaltungskonzept dem aktuellen Stand angepaßt wurde. Ein Platinenlayout im Europakartenformat stellt einen problemlosen Nachbau sicher.

Seite 109

Audio

Gitarren-Tonabnehmer 59
Musik für jedermann 63
Klagen zur Funkausstellung 65
Gebrauchstest Casio VL-1:
Einfach unglaublich 66
CX – mehr Störabstand
für Schallplatten 67
Ein Lautsprecher entsteht 70
Aussteuerungsanzeigen
für Recorder 71
Fehlerschutz- und -korrektur in der
digitalen Audiotechnik 73

Meßtechnik

Taschen-Multimeter 65
Gruppenlaufzeitmessung bis 2 GHz 69
Schnellschreiber bis 20 000 Hz ... 78
Multimeter mit Mikroprozessor 99

Bauelemente

ESSCIRC '81:
Technik von übermorgen 75
Diacs triggern Triacs 78

Video

HiFi im Fernsehgerät –
Anspruch oder Wirklichkeit, 1. Teil 79
Revolution im Farbfernsehgerät:
Total digital 95
Die Turbo-Modulation 100
Zwei Stunden Bild und Ton 102

Personal Computer

Video-Computer TI99/4A:
Neuer Anlauf 103
Mikrocomputer für das Auto 105

Werkstatt & Service

Kraftfahrzeug-Entstörung, 4. Teil .. 106
Ein ungewöhnlicher
Sicherungsfehler 108

Praxis & Hobby

Magnetton-Wiedergabeverstärker
mit elektronischer Umschaltung ... 109
Gitarrenboxen selbst bauen 112
Akustische Gitarre richtig verstärkt 115
Wohin mit dem verbrauchten
Ätzmittel? 116

Berufswissen

Lohnt das Studium noch? 117
Jeder zweite ohne
Berufsausbildung 118
Ausbildungsprobleme
auch in den USA 118
Zwischen Abitur und Studium 118

Leserbriefe

HiFi für Ungläubige

FUNKSCHAU 1981, Heft 18, Focus Seite 3, FUNKSCHAU 1981, Heft 21, Seite 56

Aufgrund des Leitartikels in Heft 18 (Hertz statt Herz) und des Beitrags von Herrn Pfleiderer in Heft 21 (Echtzeitstereophonie) wende ich mich wieder an Sie. In dem Artikel über Echtzeitstereophonie verkündet Herr Pfleiderer, daß die Schallfelder in ihrer ursprünglichen räumlichen Verteilung nicht ohne weiteres auf einen anderen Hörraum übertragen werden können. Das stimmt ohne jede Einschränkung. Der Versuch, dies über stereophonische Mittel weiterzugeben, ist nur einer von vielen Punkten. Man denke an die holographischen Generatoren, die zumindest in den USA Furore gemacht haben, und die multiphonischen Methoden, die ich in einem Referat in London einmal erläuterte.

Ihr Focus in Heft 18 erinnert mich an die Diskussionen in der 60er Jahren, wo die angelsächsische Literatur in Erwägung zog, ob Hi-Fidelity oder Hi-Felicity angestrebt werden soll: Hi-Felicity für diejenigen, die verzerrte (z. B. Jazz) Schallplattenaufnahmen bevorzugen, Hi-Fidelity vielleicht für puristische Klassiker etc. Die Puristen können sich Ihrer Meinung nicht anschließen, daß eine Grenze bei 75 dB liegt (gemeint haben Sie wahrscheinlich eine Dynamik von 75 dB). Eine Dynamik von 120 dB läßt sich heute nicht nur mit digitalen Aufnahmen erreichen. Ob mehr als 80...100 dB sinnvoll sind, ist fraglich.

Beim „Klirren" haben wir bei weitem noch nicht die Qualität erlangt, die Sie wünschen. Erstens geben die Hersteller der Lautsprecher nur selten Klirrfaktoren unter 300 Hz an, zum anderen liegen diese weit im Bereich über 1 %, wo bereits 0,1 %, manchmal sogar 0,05 % hörbar sind.

Zum Punkt Leistung muß ich Ihnen zustimmen – 20 W sind mehr als genug. Ich konnte schon oft beweisen, daß eine elektrische Leistung von 1 W am Lautsprecher (geschweige 1 W akustische Leistung) für normale Zimmer in vielen Fällen ausreicht.

Dr.-Ing. Juval Mantel, München

Sonnenenergie

Es ist eine weitverbreitete Fehlmeinung, daß in den arktischen Gebieten der Erde die Nutzung der Sonnenenergie nicht möglich ist. Während einer Reise in den Norden sah ich viele ganzjährig betriebsfähige Funkanlagen, die als einzige Energiequelle einen klei-

nen, festausgerichteten Solargenerator hatten. Offenbar wird hier während der langen Sommertage so viel Energie gewonnen und gespeichert, daß der Betrieb auch über den Winter gewährleistet ist.

Die erwähnten Funkeinrichtungen werden nicht für den öffentlichen Fernsprechverkehr verwendet, sondern dienen der Kommunikation mit Versorgungs- und Rettungsdiensten. Das *Bild* zeigt einen am Antennenträger montierten Solargenerator. Die Aufnahme wurde an der Grenze des Sarek-Nationalparkes in Schweden gemacht.

J. Schulze-Wenck, Hamburg

Der IC – das IC?

Seit der immer größer werdenden Anwendungsbereiche für integrierte Schaltkreise stoße ich bei der Lektüre meiner FUNKSCHAU fast in jeder Ausgabe auf einen Fehler, der sich offensichtlich mit großer Hartnäckigkeit durchzusetzen vermag. Bei der Bestimmung des grammatikalischen Geschlechts der integrierten Schaltkreise scheint es Probleme zu geben, wenn Sie „das IC" schreiben.

IC heißt jedoch integrierter Schaltkreis bzw. integrated circuit und besitzt demnach maskulines Geschlecht. Spricht man von einem IS, meint man einen integrierten Schaltkreis, ebenfalls männlich, oder eine integrierte Schaltung, also Femininum. Neutrum scheidet folglich in jedem Fall aus. Seltsamerweise scheint jedoch Ihr Lektorat diesem sich ständig wiederholenden Fehler keine Beachtung zu schenken, was mich nach langer Zeit zu diesem Brief veranlaßte.

Ingolf Rosenthal, Dornburg-Thalheim

Wir wissen von den Schwierigkeiten bei der Verwendung von englischen Abkürzungen. Die Redaktion hat sich in diesem speziellen Fall auf das „Neutrum" geeinigt und sagt deshalb „das IC" (zur Unterscheidung von dem Intercity-Zug).

Was meinen unsere Leser dazu? Die Redaktion

Mit Stereoton

FUNKSCHAU 1981, Heft 22, Seite 60

Interessant war Ihre Berichterstattung von der Internationalen Funkausstellung in Berlin. Es gab da ja schon viele Neuigkeiten zu sehen, unter anderem haben mich die neuen Stereo-Farbfernseher besonders interessiert.

So gut hat mir das Ganze gefallen, daß ich sofort einen Fernseher mit Stereo kaufen wollte. Und was erzählt mir da mein Fernsehhändler: „Tja, da kannst du noch ein bißchen warten. Einmal sendet nur das ZDF gelegentlich Stereosendungen, und außerdem werden die Sender in unserem Bereich kaum vor 1992 von der Bundespost auf Stereo umgerüstet sein."

Ist das nicht ungerecht? Jetzt sind wir schon von der Natur benachteiligt – bei uns hier im Nordwesten beginnt im November der „Winterschlaf" –, und dann denkt man an uns, wenn es um das Stereo-Fernsehen geht, zuletzt.

Olaf Mathiessen, Aurich

Funkdisziplin

FUNKSCHAU 1981, Heft 21, Seite 6

Als langjähriger Benutzer des 10-m-Amateurbandes sind mir die Bandeindringlinge aus den Ostblockstaaten nicht unbekannt. Es kommt auch schon mal vor, von diesen Stationen als „feindliche Funkstelle" bezeichnet zu werden. Aber auch im 2-m- und 70-cm-Amateurband wird in Russisch, Polnisch und Sächsisch eifrig der Krieg geübt. Sogar eine Relaisstelle im 70-cm-Band, die nach eigenen Angaben mit 7 kW arbeitete, war zu hören. Die Privatgespräche, die dort von Soldaten geführt wurden, enthielten recht intime Details. Man war offenbar der Meinung, daß man „allein auf weiter Flur" war. Es bleibt zu hoffen, daß keiner ihrer Vorgesetzten das Gespräch mitgehört hat.

Name und Anschrift sind der Redaktion bekannt.

§ 9, Abs. 2 DVO: „Unbeabsichtigt empfangene Sendungen dürfen weder aufgezeichnet, noch anderen mitgeteilt, noch für irgendwelche Zwecke ausgewertet werden. Das Vorhandensein solcher Sendungen darf auch nicht anderen zur Kenntnis gebracht werden."

Die Walze dieser Musik-Box ist 33 cm lang und hat einen Durchmesser von 7,5 cm (Foto: Christies)

Alte Musikautomaten

Seit vielen Jahren schon versteigert Christies, das älteste Auktionshaus der Welt, vor allem in ihrer Filiale im Londoner Stadtteil South Kensington auch mechanisches Sammlergut – von teuren alten Automobilen über Schiffs- und Dampfmaschinenmodelle bis hin zu „Mechancial Music", also Musikautomaten.

Am 14. November erlebte die dafür zuständige Abteilung bei Christies eine Sternstunde: Sie versteigerte das vollständige „Mekanisk Musik Museum" des Kopenhagener Sammlers Claes O. Friberg. Da dieser unter den Experten weltweit anerkannt ist für die liebevolle und kenntnisreiche Restaurierung seiner Schätze, rechnete man mit der Anreise der Nostalgiker der internationalen Musikbranche. Zu diesen gehören aber nicht nur Musikliebhaber, sondern nicht zuletzt auch Elektronik- und HiFi-Fans.

Die Schätzpreise der insgesamt 500 Lose reichten von bescheidenen 30 Pfund bis zu stolzen 35 000 Pfund, letzterer für ein exklusives Walzen-Orchestrion von Imhof & Mukle, London, im feinsten Nußbaumgehäuse in der Größe von 183 cm × 296 cm. Eines der erschwinglicheren Geräte zeigt das *Bild*. Es handelt sich dabei um eine Musik-Box, die 1978 restauriert wurde und 1400 bis 1800 Pfund bringen sollte. Walter Hönscheidt

Konkurrenz für die Mavica

Die elektronische Kleinbildkamera „Mavica" von Sony, die im August dieses Jahres Wellen schlug, hat Konkurrenz bekommen. Sharp hat jetzt ebenfalls einen Fotoapparat vorgestellt, der bis zu 50 Aufnahmen auf einem Magnetband speichern kann. Die Wiedergabe kann wahlweise über einen Fernsehbildschirm oder auf Papier ermöglicht werden. Die Kamera wiegt nur 520 g und dürfte damit die kleinste Videokamera der Welt sein. Sharp beabsichtigt, die Kamera im Herbst 1982 auf den Markt zu bringen.

Vergleicht man allerdings die Qualität der Papierabzüge von den Magnetbandaufnahmen mit der Auflösung konventioneller Filmvergrößerungen, dann klafft doch noch eine erhebliche Lücke zwischen den beiden Techniken. Darum dürfte die elektronische Kamera zunächst nur einen sehr begrenzten Markt haben. Kp.

Optische AND-Gates

Auf dem Weg zu optischen integrierten Schaltungen sind die Bell-Laboratorien, Murray Hill, einen entscheidenden Schritt weitergekommen. Man entwickelte ein neuartiges Halbleiter-Bauelement, bei welchem in einem gemeinsamen Heterojunction-System zwei Sperrschichten übereinandergelegt werden. Jede der beiden Sperrschichten reagiert spezifisch auf Lichtsignale einer bestimmten Wellenlänge. Zur Demonstration bediente sich Bell der beiden Wellenlängen 1070 nm und 1300 nm. Schaltungstechnisch wirkt das Ganze wie ein AND-Gate mit zwei Eingängen. Das Bauelement wird mit 5 V betrieben. Seine Ansprechzeit wurde mit 5 ns angegeben. Kp.

letzte nachricht... letzte nachricht... letzte nachricht... letzte nachricht... letzte

Verheerende Rückwirkungen auf den Absatz der Bildplattenspieler von RCA dürfte die Nachricht haben, daß das Unternehmen seit Anfang des Monats fast die Hälfte seiner Arbeiter im Werk Bloomington, Indiana, in Urlaub geschickt hat. Eine der beiden Fertigungslinien für den SelectaVisions-Plattenspieler wurde dadurch stillgelegt. Um doch noch einen Zipfel vom Weihnachtsgeschäft mitzubekommen, hat man die im Herbst ausgelaufene Werbekampagne verlängert: Für 10 Tage kann man sich zum Ausprobieren einen Bildplattenspieler nach Hause kommen lassen. Wer bis Weihnachten ein Gerät kauft, erhält einen Preisnachlaß von fünfzig Dollar. Bei RCA redet man darüber, daß einer der Gründe für das Herunterfahren der Fertigung die wesentlich höhere Produktionsleistung ist, die die geplanten Werte weit überschritten habe.

Dipl.-Phys. Helmuth Lemme

Gitarren-Tonabnehmer

Elektrogitarren und -bässe sind aus der modernen Unterhaltungsmusik nicht mehr wegzudenken. Der technische Stand dieser Instrumente hat ein hohes Niveau erreicht, das Angebot ist fast unübersehbar geworden. Für die Klangqualität sind neben Korpus und Saiten zum großen Teil auch die Tonabnehmer verantwortlich. Über die Vor- und Nachteile der verschiedenen Bauarten wird unter Musikern viel diskutiert; aber kaum jemand scheint die technischen Hintergründe wirklich verstanden zu haben. Dieser Beitrag will hier einmal Klarheit verschaffen.

Die Entwicklung der Gitarren-Tonabnehmer führte zu zwei unterschiedlichen Grundtypen: Kontakttonabnehmer und magnetische Tonabnehmer. Erstere sind speziell gebaute Mikrofone (fast immer Kristallmikrofone aus Piezo-Keramik), die am Korpus befestigt werden und dessen Körperschall aufnehmen. Dabei werden allerdings nicht nur die Saitenschwingungen, sondern auch Greifgeräusche mitübertragen, in gewissem Maße auch einfallender Luftschall aus der Umgebung. Bei hoher Lautstärkeeinstellung kommt es daher leicht zu akustischer Rückkopplung, die sich in Heulen oder Pfeifen äußert. Das Saitenmaterial spielt bei den Kontakttonabnehmern keine Rolle; sie finden daher auf Konzertgitarren ebenso Einsatz wie auf Westerngitarren.

Unempfindlich gegen Körper- und Luftschall

Magnetische Tonabnehmer besitzen weitaus größere Verbreitung. Sie sind gegen Körper- und Luftschall unempfindlich und arbeiten nur mit Stahlsaiten. Ihre Grundbestandteile sind Magnete und Spulen. Bauarten mit nur einer Spule *(Bild 1)* fangen leicht Streufelder von Netztransformatoren oder Leuchtstofflampen-Drosseln ein, so daß das Tonsignal von einem störenden Netzbrumm überlagert wird. Um dies zu vermeiden, hat man Tonabnehmer mit zwei Spulen, sog. „Humbucker", entwickelt *(Bild 2)*. Die Spulen sind so zusammengeschaltet, daß sich die eingestreuten Brummspannungen gegenseitig kompensieren, die Signalspannungen jedoch addieren. Die Spannungsabgabe ist daher doppelt so hoch wie bei nur einer Spule. Dafür ist aber die Übertragung hoher Frequenzen schlechter.

Die Anordnung der Magnete ist unterschiedlich. Bei einigen Bauarten stecken sie direkt in den Spulen, und zwar entweder mehrere einzelne Stabmagnete oder ein durchgehender Balkenmagnet je Spule *(Bild 3a, b)*, bei anderen sind sie unterhalb der Spulen angebracht, und in den Spulen stecken Kerne aus Weicheisen *(Bild 3c, d)*. Häufig sind letztere als verstellbare Schrauben ausgeführt, um eventuelle Lautstärkeunterschiede der einzelnen Saiten ausgleichen zu können. Manche Tonabnehmer besitzen ein Metallgehäuse zur Abschirmung, einige nur eine Plastikkappe zum Schutz der Wicklung, viele sind auch nur mit Isolierband verklebt.

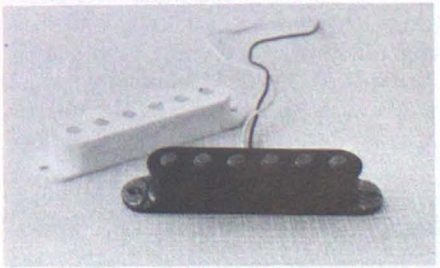


Bild 1. Einzelspul-Tonabnehmer mit sechs Stabmagneten in der Spule, Plastikkappe abgenommen

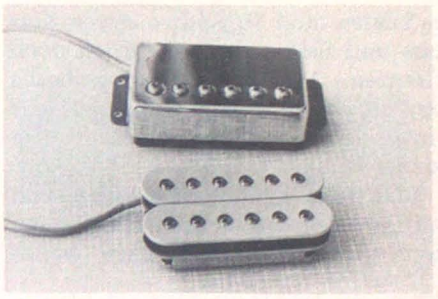


Bild 2. Zwei Doppelspul-Tonabnehmer; vorn: offene Bauweise, hinten: geschlossene Bauweise (nur die eine Spule hat Einstellschrauben, die andere hat feste Eisenkerne unter dem Gehäusedeckel)

Die schwingende Saite erzeugt Wechselspannung

Die Feldlinien der Magnete durchfließen die Spule(n) sowie auch die Saiten auf einem kleinen Teil ihrer Länge. In der Ruhelage der Saiten hat der magnetische Fluß durch die Spule einen ganz bestimmten, konstanten Wert. Wird eine Saite bewegt, so verformt sich der räumliche Verlauf der Feldlinien, und es ändert sich der Fluß durch die Spule. Dies bewirkt eine Spannungsinduktion. Eine schwingende Saite erzeugt also eine Wechselspannung. Deren Höhe ist proportional zur zeitlichen Änderung des magnetischen Flusses, also zur Schnelle der Saitenschwingung (aber nicht zur Amplitude), außerdem proportional zum Querschnitt der Saite und zu ihrer magnetischen Permeabilität. Ferner hängt sie noch von der Magnetstärke und vom Abstand zwischen Saite und Magnetpol ab, allerdings nicht linear.

Vielfalt an Ausführungen und Klangfarben

Das derzeitige Angebot auf dem Markt ist überaus vielfältig und schwer überschaubar. Nicht nur, daß in den käuflichen Elektrogitarren und -bässen schon die verschiedensten Typen eingebaut sind; darüber hinaus wird noch eine große Zahl von Austauschtonabnehmern angeboten, die man gegen die ursprünglichen auswechseln kann, mittlerweile wohl schon über 100. Jedes Modell hat seine eigene Klangfarbe; das eine klingt warm und weich, das andere grell und metallisch. Der Spieler kann solange suchen und austauschen, bis er seinen persönlichen Idealsound gefunden hat, ohne daß er sich jedesmal gleich eine andere Gitar-

re kaufen muß. (Irgendwo setzen Korpus und Saiten dann natürlich doch Grenzen.) Auch die Spannungsabgabe der einzelnen Tonabnehmer ist sehr unterschiedlich, bei den meisten liegt sie im Bereich 100 mV...1 V.

Bei dieser Vielfalt ist ein Vergleich mit anderen mechanisch-elektrischen bzw. elektrisch-mechanischen Wandlern naheliegend. Bei Mikrofonen, Schallplatten-Tonabnehmern und Lautsprechern sind die Unterschiede bekanntlich auch so groß. Maßgeblich für den Klang sind hier im wesentlichen Frequenzgang, Einschwingverhalten und Klirrverzerrungen. Was die Dinge dabei so überaus kompliziert macht, ist die Tatsache, daß mechanisch bewegte Teile vorhanden sind. Aus trägen Massen und elastischen Aufhängungen ergeben sich vielfältig schwingungsfähige Gebilde mit zahllosen Eigenresonanzen. Diese alle mit irgendwelchen mathematischen Formeln in den Griff zu bekommen, ist beim besten Willen nicht möglich, man denke nur an die Partialschwingungen einer Lautsprechermembran.

Zurück zum magnetischen Gitarren-Tonabnehmer. Hier gibt es keine beweglichen Teile, es verbiegen sich nur die trägheitslosen magnetischen Feldlinien. Dadurch vereinfachen sich die Betrachtungen ganz wesentlich. Die Frequenzgänge haben zwar auch alle einen krummlinigen Verlauf – woraus die verschiedenen Klangfarben resultieren –, aber sie weisen bei weitem nicht solche eng beieinanderliegenden Spitzen und Einbrüche auf wie etwa bei einem Lautsprecher. Der Kurvenverlauf ist im Gegenteil sehr glatt und einfach und läßt sich mit einer mathematischen Formel in sehr guter Annäherung beschreiben.

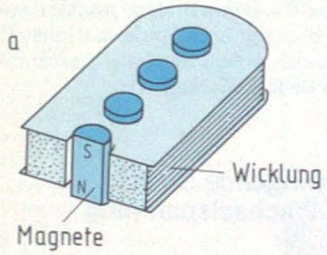
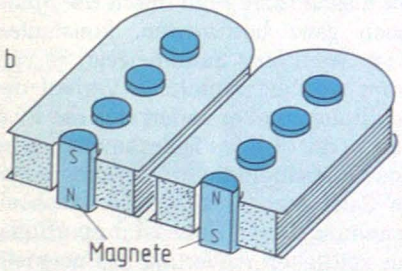
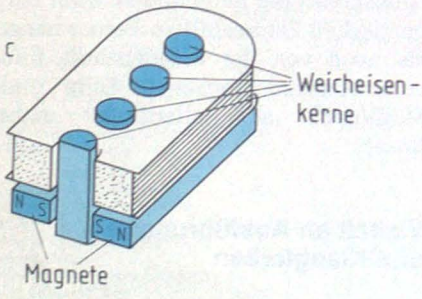


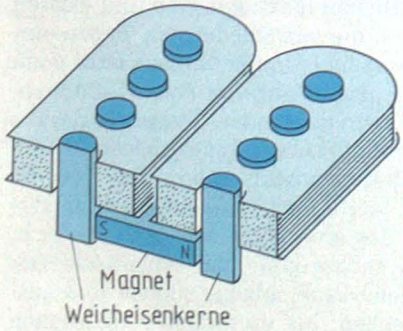
Bild 3. Die vier wichtigsten Bauarten im Querschnitt:
a) eine Spule, Magnete direkt darin



b) zwei Spulen, Magnete entgegengesetzt gepolt



c) eine Spule, darin Weicheisenkerne, zwei Balkenmagnete darunter



d) zwei Spulen mit Weicheisenkernen, darunter ein Balkenmagnet

Der Frequenzgang: Tiefpaß 2. Ordnung

Ein magnetischer Gitarren-Tonabnehmer ist eine Wechselspannungsquelle mit induktivem Innenwiderstand. Der äußere Abschluß setzt sich aus einer ohmschen und einer kapazitiven Komponente zusammen, nämlich dem Lautstärkesteller in der Gitarre, dem Eingangswiderstand des Verstärkers, der Kapazität des Kabels zwischen Gitarre und Verstärker (die hier auf keinen Fall vernachlässigt werden darf) sowie einem eventuellen (passiven) Klangsteller in der Gitarre. *Bild 4* zeigt die Ersatzschaltung. Diese Anordnung aus passiven Bauelementen stellt nichts weiter als einen Tiefpaß 2. Ordnung dar. Er besitzt eine gewisse obere Grenzfrequenz f_g, bei der die Dämpfung 3 dB beträgt. Weit oberhalb von f_g beträgt die Flankensteilheit 12 dB/Oktave, weit unterhalb von f_g ist sie praktisch 0. Eine untere Grenzfrequenz ist nicht vorhanden. Dicht unterhalb von f_g bildet sich zwischen der Spuleninduktivität und der Kabelkapazität eine Resonanzstelle aus. In deren Umgebung wird das Signal angehoben; das Filter wirkt hier spannungsverstärkend (natürlich nicht leistungsverstärkend, denn die Ausgangsimpedanz wird entsprechend hoch, ähnlich wie bei einem Transformator). *Bild 5* zeigt den typischen Frequenzgang eines Gitarren-Tonabnehmers.

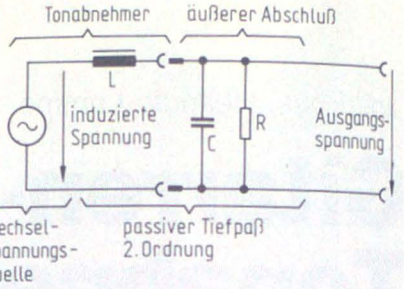


Bild 4. Elektrisches Ersatzschaltbild eines Gitarrentonabnehmers. Wegen des induktiven Innenwiderstandes und des kapazitiven Abschlusses ergibt sich ein passiver Tiefpaß 2. Ordnung

Der Klang hängt nun davon ab, bei welcher Frequenz sich die Resonanzstelle befindet und wie stark sie ausgeprägt ist. Dies ist das ganze „Geheimnis" des Tonabnehmers. Der Frequenzgang eines Tiefpasses 2. Ordnung läßt sich durch eine einfache Gleichung beschreiben:

$$\frac{U_{aus}}{U_{ein}} = \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_o}\right)^2 + j\,\frac{1}{Q}\,\frac{f}{f_o}}$$

Dabei ist f_o die Resonanzfrequenz, bei ihr beträgt die Phasenverschiebung 90°. Q ist die „Güte", die Spannungsverstärkung des Filters bei f_o. Diese beiden Größen genügen, um das Verhalten des Filters vollständig zu beschreiben.

Das Oberwellenspektrum einer schwingenden Stahlsaite erstreckt sich über den gesamten Hörbereich. Der charakteristische Eigenklang eines Tonabnehmers kommt dadurch zustande, daß das Originalspektrum mehr oder weniger starkt verfärbt wird. Die Oberwellen in der Umgebung der Resonanzfrequenz werden angehoben, die darüber dagegen abgeschwächt. Nur die Spektralanteile weit unterhalb der Resonanzfrequenz werden unverfälscht übertragen. Je stärker die Resonanz ausgeprägt ist, um so kraftvoller und charakteristischer hört sich der Klang der Gitarre an. Die Lage der Resonanzfrequenz bestimmt die klangli-

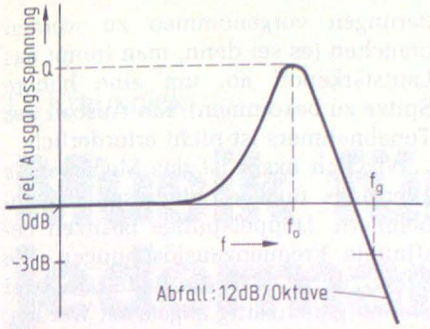


Bild 5. Grundsätzlicher Übertragungs-Frequenzgang eines Gitarren-Tonabnehmers. Lage und Ausprägung der Resonanzspitze sind bei jedem Typ unterschiedlich (logarithmischer Maßstab)

che Richtung. Bei den meisten Tonabnehmern liegt sie irgendwo zwischen 2 und 5 kHz, also gerade im Bereich der größten Empfindlichkeit des menschlichen Ohres.

Kurz gesagt ergibt sich bei 2 kHz ein weicher, singender, bei 3 kHz ein heller, brillanter, bei 4 kHz ein greller, metallischer und bei 5 kHz ein spitzer, harter Ton. Eine schwach oder überhaupt nicht ausgeprägte Resonanz macht den Klang matt und ausdruckslos, vor allem bei Instrumenten mit massivem Korpus, wo die Klangformung durch die mechanischen Resonanzen des Klangkörpers fehlt. Die Q-Werte der meisten gängigen Tonabnehmer liegen zwischen 1 und 4, entsprechend 0...12 dB Anhebung.

Der Sound hängt von der Beschaltung ab

Die Resonanzfrequenz läßt sich leicht nach der allgemein bekannten Schwingkreisformel ausrechnen:

$$f_o = \frac{1}{2\,\pi\,\sqrt{L \cdot C}}$$

L ist dabei die Induktivität der Tonabnehmerspule (bei den meisten Typen zwischen 1 und 10 Henry), C ist die Summe von Wicklungskapazität der Spule (Größenordnung 100 pF) und Kabelkapazität (meist etwa 500...1000 pF). Dem Praktiker fällt sofort auf: Wenn man ein anderes Kabel mit anderer Kapazität nimmt, ändert sich die Resonanzfrequenz, also die Klangfarbe der Gitarre. Daß das tatsächlich stimmt, läßt sich sehr leicht nachweisen. Wer ein genaues Kapazitätsmeßgerät besitzt, der sollte einmal verschiedene Kabel ausmessen und vergleichen. Die Unterschiede sind deutlich hörbar.

Wer den Klang seiner E-Gitarre, also die Lage der Resonanz, ändern will, dem stehen drei Wege zur Auswahl:

- Neue Tonabnehmer mit anderer Induktivität einbauen. Diese Methode ist die verbreitetste, aber auch mit großem Abstand die teuerste.
- Die Induktivität der vorhandenen Tonabnehmer ändern. Dies geht bei fast allen Doppelspul-Ausführungen. Die beiden Spulen sind üblicherweise in Reihe geschaltet; legt man sie parallel, so wird die Induktivität auf ein Viertel erniedrigt. Die Resonanzfrequenz mit einem externen Kondensator wird daher doppelt so hoch. Wird nur eine der Spulen eingeschaltet, hat man die halbe Induktivität, so daß die Resonanzfrequenz um den Faktor $\sqrt{2}$ steigt. In beiden Fällen wird also der Ton heller. Bei vielen modernen Tonabnehmern sind beide Enden jeder Spule einzeln herausgeführt; man kann so die vier Drähte nach Belieben zusammenschalten, ohne daß man den Tonabnehmer erst öffnen muß.
- Die externe Lastkapazität ändern. Dieser Weg ist sehr wirksam, aber trotzdem billig. Mit nur geringem Materialaufwand lassen sich verblüffende klangliche Wirkungen erzielen. Am besten ist der Einbau eines Drehschalters mit mehreren verschiedenen Kondensatoren direkt in die Gitarre. Damit kann man dann die Resonanzfrequenz über einen großen Bereich hinweg in feinen Stufen durchfahren. Der alte Klangregler in der Gitarre wird damit überflüssig; zweckmäßigerweise entfernt man ihn und setzt den

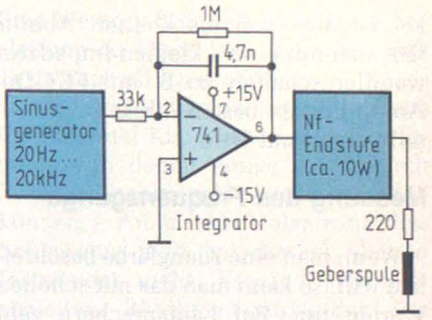


Bild 6. Versuchsaufbau zur Messung des Frequenzganges

Drehschalter an seine Stelle. In der *Tabelle* sind einige viel verwendete Tonabnehmer mit ihren wichtigsten elektrischen Werten und ihren Resonanzfrequenzen bei verschiedenen externen Lastkondensatoren aufgeführt. Die Frequenzen sind alle auf volle 100 Hz gerundet, da erstens die Tonabnehmer gewisse Exemplarstreuungen aufweisen und zweitens die Resonanzstellen bei tiefen Frequenzen (unter 1 kHz) sehr breit werden, so daß hier genauere Angaben kaum Sinn haben.

Neben der Resonanzfrequenz hängt auch die Resonanzausprägung (der Q-Wert) in hohem Maße von der äußeren Beschaltung ab. Ohmsche Last wirkt dämpfend. Wünscht man eine starke Spitze, so muß der Gesamt-Abschlußwiderstand (die Parallelschaltung von Lautstärkepoti in der Gitarre und Verstärker-Eingangswiderstand) möglichst hoch sein. In der Praxis ist ein Wert von etwa 500 kΩ...1 MΩ empfehlenswert, eine weitere Steigerung bringt dann gehörmäßig kaum noch etwas. Der Eingangswiderstand vieler Verstär-

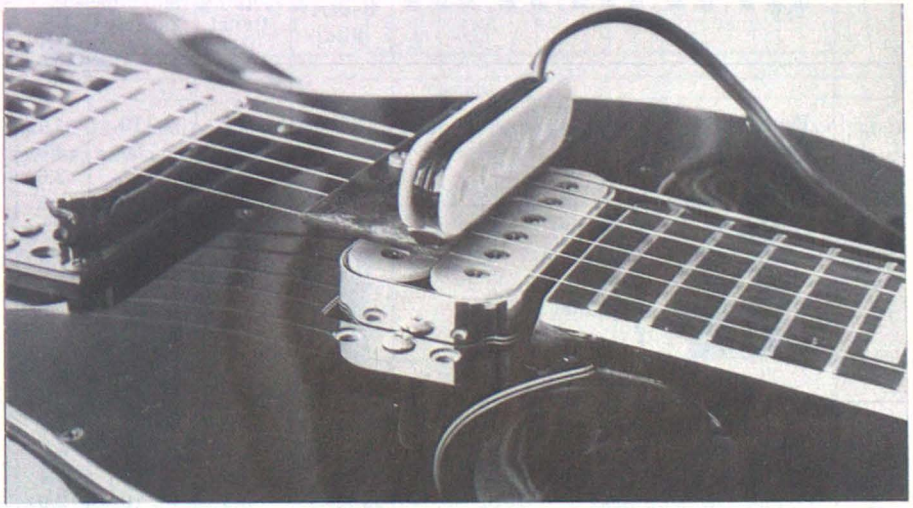


Bild 7. Mit einer Geberspule wird ein magnetisches Wechselfeld in den Tonabnehmer eingestreut. Hier die günstigste Anordnung bei einem Doppelspul-Tonabnehmer

(Fotos: Le.)

ker ist aber weitaus kleiner. Abhilfe läßt sich mit einem kleinen Impedanzwandler schaffen (z. B. mit FET-Op-Amp), der am besten direkt in die Gitarre eingebaut wird.

Messung des Frequenzgangs

Wenn man eine Klangfarbe beschreiben will, so kann man das mit schönen Worten tun. Bei Lautsprechern geht das kaum besser, denn die Übertragungskurve ist viel zu kompliziert, um sich in allen Einzelheiten auswerten zu lassen. Beim Gitarren-Tonabnehmer ist dagegen alles viel einfacher. Kennt man Resonanzfrequenz und -güte, so hat man seine Übertragungseigenschaften bereits zu 90 % im Griff. Einige andere Effekte, die sich auf diese Weise nicht beschreiben lassen, machen nur noch sehr wenig aus.

Um die Frequenzgangkurve quantitativ zu messen, müßte man eigentlich die Originalschwingung der Saite noch einmal registrieren und die von Tonabnehmer abgegebene Spannung in Abhängigkeit von der Frequenz damit vergleichen. In der Praxis läßt sich das aber kaum durchführen. Es gibt jedoch auch noch einen anderen Weg. Die Spannung wird ja durch die Änderung des magnetischen Flusses in der Spule erzeugt. Anstatt die Saite zu bewegen, kann man auch ein magnetisches Wechselfeld von außen einstreuen. Damit die induzierte Spannung von der Klangverfärbung durch das Tiefpaßfilter frequenzunabhängig wird, muß die zeitliche Änderung des Magnetfeldes immer konstant bleiben, d. h. seine Amplitude muß umgekehrt proportional zur Frequenz sein.

Den praktischen Versuchsaufbau zeigt *Bild 6*. Ein Sinussignal wird auf einen Integrator gegeben, an dessen Ausgang die Spannung proportional zu 1/f erscheint. Über einen Leistungsverstärker wird eine Geberspule gespeist. Zu dieser liegt ein Widerstand in Reihe, der sehr viel größer sein muß als der induktive Blindwiderstand der Spule bei der höchsten Meßfrequenz, damit eine reine Stromspeisung gewährleistet ist. Die hier verwendete Geberspule besteht aus einem Tonabnehmer-Wickelkörper mit etwa 50 Windungen 0,5-mm-Kupferlackdraht. Sie wird so über dem Gitarren-Tonabnehmer montiert, daß sie möglichst gut in dessen Spule(n) einstrahlt. Bei Einzelspul-Ausführungen müssen dazu die Achsen konzentrisch ausgerichtet sein, bei Doppelspul-Tonabnehmern um 90° verdreht, wie *Bild 7* zeigt.

Die Messung ist dann ganz einfach: Man dreht die Frequenz des Sinusgenerators durch und mißt die vom Tonabnehmer abgegebene Wechselspannung. Der Absolutwert ist dabei uninteressant, es interessieren nur die Lage der Resonanz und die Überhöhung gegenüber den tiefen Frequenzen. Wie sich verschiedene ohmsche und kapazitive Belastungen dabei auswirken, läßt sich leicht feststellen.

Vorteilhaft ist bei diesem Verfahren, daß an der Gitarre selbst keinerlei Änderungen vorgenommen zu werden brauchen (es sei denn, man trennt das Lautstärkepoti ab, um eine höhere Spitze zu bekommen). Ein Ausbau des Tonabnehmers ist nicht erforderlich.

Wirklich exakt ist das Meßergebnis allerdings nur bei Einzelspul-Tonabnehmern. Doppelspulige besitzen bestimmte Frequenzauslöschungen, die daher rühren, daß die Saiten an zwei Stellen gleichzeitig abgetastet werden. Hohe Oberwellen, die über dem einen Magnetpol gerade einen Wellenberg und über dem anderen ein Wellental haben, kompensieren sich. Die Frequenzlücken liegen jedoch bei jeder Saite an verschiedenen Stellen und lassen sich mit einer einzelnen Kurve gar nicht beschreiben. Ferner werden bei diesem Verfahren die Klirrverzerrungen nicht mit erfaßt, die auf den Klang auch noch einen gewissen Einfluß ausüben. Dennoch kann man in der Praxis damit sehr gut arbeiten. Man kann sich anhand der Ergebnisse den Frequenzgang eines Tonabnehmers so „hinbiegen", daß er optimal zu den Eigenschaften von Korpus und Saiten paßt, die ja für den Grundklang verantwortlich sind.

Literatur:
Lemme, H.: Elektrogitarren, Frech-Verlag, Stuttgart 1977.

Stichworte zum Inhalt
Elektrogitarren, Kontakttonabnehmer, magnetische Tonabnehmer, Kristallmikrofone, Humbukker, Austauschtonabnehmer, Einzelspul- und Doppelspul-Tonabnehmer.

Die bekanntesten Gitarren-Tonabnehmer und ihre Eigenschaften

	Typ	Bauart Bild	Induktivität (H)	Wicklungskapazität (pF)	Resonanzfrequenz (kHz) mit Kondensator 470 pF	680 pF	1 nF	1,5 nF	2,2 nF	3,3 nF	4,7 nF	6,8 nF
E-Gitarren	Fender Stratocaster	1,3 a	2,2	110	4,4	3,8	3,2	2,7	2,2	1,8	1,5	1,3
	Fender Humbacker	3b	5,0	80	3,0	2,6	2,2	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9
	Gibson P90	3c	6,6	95	2,6	2,2	1,9	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7
	Gibson Humbucker	2,3d	3,8	130	3,3	2,9	2,4	2,0	1,7	1,4	1,2	1,0
	Di Marzio (Reihe) / Dual Sound (parallel)	2,3d	6,4	80	2,7	2,3	1,9	1,6	1,3	1,1	0,9	0,7
			1,6	200	4,9	4,2	3,6	3,1	2,6	2,1	1,8	1,5
	Bill Lawrence (Reihe) / L500 Lead (parallel)	(3d)	11,2	160	1,9	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6
			2,8	320	3,4	3,0	2,6	2,2	1,9	1,6	1,3	1,1
E-Bässe	Rickenbacker	3c	1,9	85	4,9	4,2	3,5	2,9	2,4	2,0	1,7	1,4
	Fender Jazz Bass	3a	3,6	150	3,4	2,9	2,5	2,1	1,7	1,4	1,2	1,0
	Fender Precision Bass	3a (2×)	6,0	16	2,9	2,5	2,1	1,7	1,4	1,1	0,9	0,8
	Gibson EB 0/1/2/3	–	65	160	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2

D. Krausnick

Musik für jedermann

Yamaha, der größte Musikinstrumentenhersteller der Welt, beschäftigt sich seit fast 100 Jahren mit dem Bau von Orgeln. Heute, im Zeitalter der Elektronik, verfügt das Unternehmen über eigene Fertigungsstätten, in denen selbst die Spezial-ICs für elektronische Orgeln gefertigt werden. Erst im Jahre 1958 wurde die erste volltransistorisierte Orgel vorgestellt, die bis heute durch die Verwendung hochintegrierter Bausteine ein großes Angebot an Variations- und, speziell für den Laien, automatischen Hilfsfunktionen integriert hat, die den Musikfreund immer wieder anregen, sich mit dem Instrument zu beschäftigen.

Die elektronische Orgel ist seit etwa zwanzig Jahren ein Instrument, das sich viele Freunde erworben hat. Es sind nicht nur Unterhaltungsmusiker (Alleinunterhalter), sondern auch die Hausmusiker. Gerade hier ist ein Trend zu verzeichnen, der in den letzten Jahren stark zugenommen hat. Gemeint ist die sogenannte Computerorgel. Diese wird heute in derart kleinen Abmessungen angeboten, daß sie bequem zu transportieren oder nach Gebrauch geschützt in einem Wohnmöbel abgestellt werden kann. Beispiel dafür ist die portable Orgel PS 20 (*Bild 1*) von Yamaha . Dieses Instrument kann von Trockenbatterien, über einen Adapter an einer 12-V-Autobatterie oder mit einem Netzteil an 220 V betrieben werden. Neben Fußschweller, Kopfhörer, Hocker und Anschlußkabel für eine Stereoanlage, sind für die portablen Geräte noch eine Tragetasche und ein Tonkabinett mit einer Ausgangsleistung von 5 W im Fachhandel erhältlich.

Polyphones Spiel möglich

Die Orgel PS 20 wiegt nur knapp 6 kg (ohne Batteriesatz) und das Manual umfaßt 49 Tasten, bzw. vier Oktaven. Das Gerät läßt eine polyphone Spielweise zu, d. h. es können beliebige Tastenkombinationen gleichzeitig angeschlagen werden. Insgesamt kann gesagt werden, daß die Bedienung einfach ist, und ein Laie bei gezieltem Vorgehen sich schnell zurechtfinden wird. So kann z. B. in dem Automatikbereich (c_1 bis fis_2) zu dem angeschlagenen Grundton eine automatische Baß- oder Arpeggiobegleitung gewählt werden. Beide lassen sich noch durch einen Einstellregler variieren. In der Betriebsart „Single Finger Chord" ertönt automatisch zu dem angeschlagenen Ton der entsprechende Dur-Akkord. Aber auch Moll- und Septime-Akkorde können vorgegeben werden. Eine Memory-Einrichtung hält die Begleitung so lange fest, bis eine neue Taste angeschlagen wird.

Insgesamt stehen zehn verschiedene Instrumental-Klangfarben zur Verfügung, von denen einige noch durch Sustain (Nachklang) beeinflußt werden können. Auch ein elektronisches Schlagzeug fehlt bei diesem kleinen Instrument nicht. Es sind acht verschiedene Rhythmen vorhanden. Die Taste „8-Bar-Variation" sorgt nach jedem 8. Taktschlag für eine Abwechslung des Rhythmus, womit dadurch noch mehr „Leben" in den Rhythmus kommt. Der Takt wird über eine rote LED angezeigt.

Nur 15 Leitungen

Durch Multiplexabfrage genügen lediglich 15 Leitungen zur Abfrage der gesamten Tastatur. In dem nachgeschalteten IC werden die Informationen aufgenommen, erkannt, codiert und über einen 4-Bit-Datenbus weitergeleitet. Das IC erkennt den Ton, also die gedrückte Taste, und somit auch die Oktave. Die Ausgabe der einzelnen Bits erfolgt im Timesharing-Verfahren. Das bedeutet, daß nach jedem Synchronimpuls die Daten für das nachgeschaltete IC zur Verfügung stehen. Die parallelen Informationen der Klangvariationen, des Rhythmus, 8-Bar-Varia-

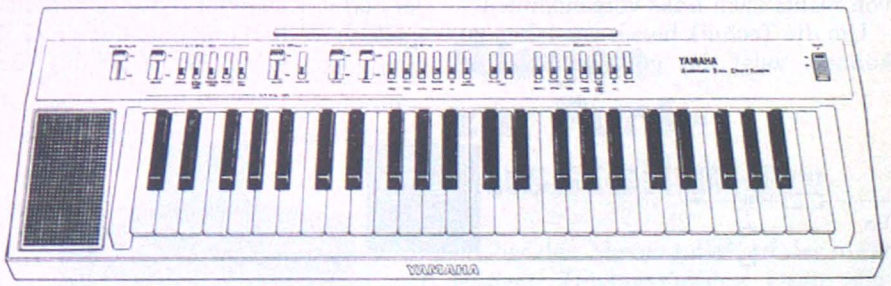


Bild 1. Die elektronische Orgel PS 20 von Yamaha umfaßt vier Oktaven, ist polyphon spielbar und wiegt nur 6 kg

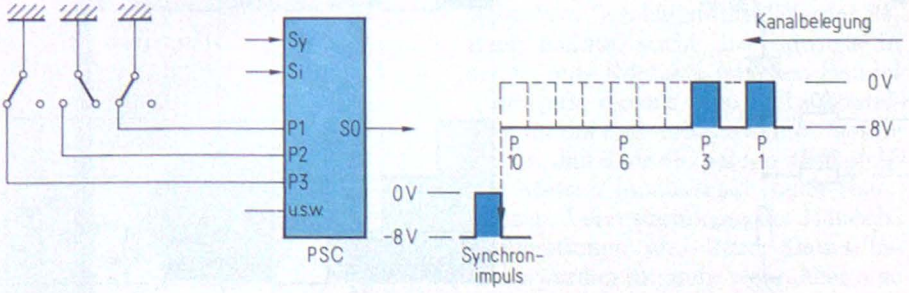


Bild 2. Der dargestellte Konverter setzt die parallelen Eingangssignale in serielle Information um

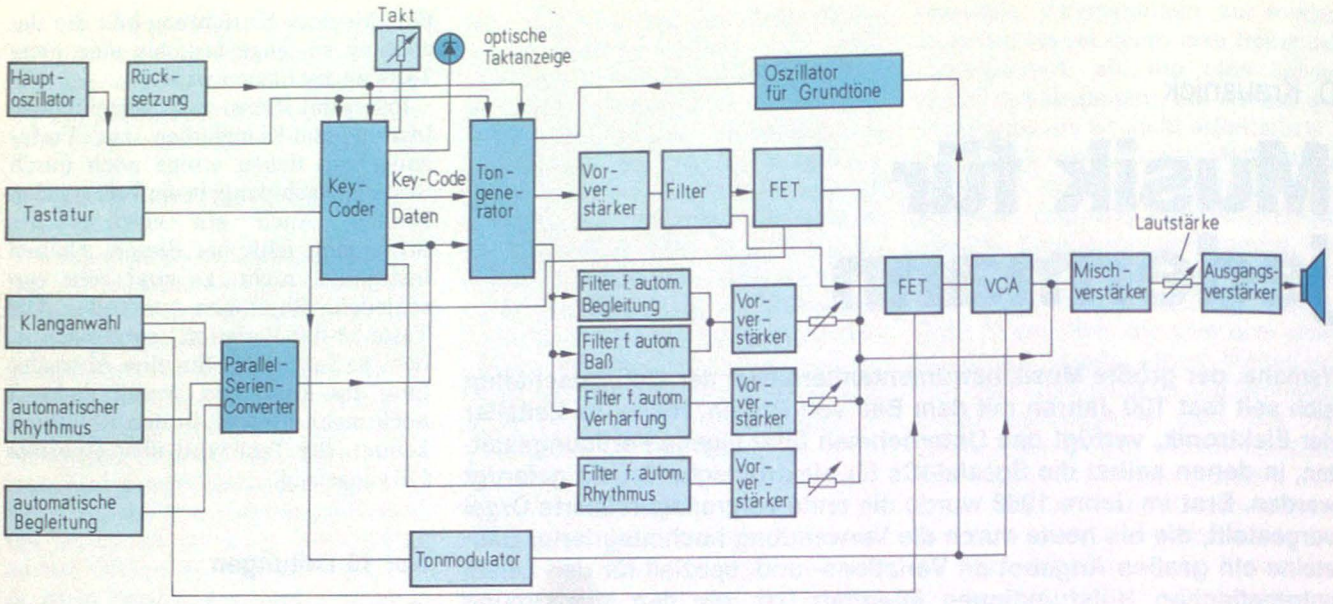


Bild 3. Blockschaltbild der elektronischen Orgel von Yamaha

tion des Rhythmus und Sustain werden von Parallel-Serien-Konvertern in serielle Daten umgewandelt und ebenfalls dem IC zugeleitet, das schon die Daten der Tastatur enthält. Ein Parallel-Serienkonverter empfängt über die verschiedensten Funktionsschalter bis zu zehn parallele Eingangsfunktionen. Dieser Konverter (*Bild 2*) hat nur einen SO-Ausgang, über den die von parallel in seriell umgesetzten Informationen ausgegeben werden. Die Kanalbelegung der seriellen Ausgangsdaten wird von rechts nach links vorgenommen.

Um die Technik besser verstehen zu können, zeigt das grob vereinfachte Blockschaltbild (*Bild 3*) die wichtigen Funktionen.

Wird eine Taste gedrückt, so werden jeweils zwei Eingangsanschlüsse des Key-Coders verbunden. Der Key-Coder erkennt die genaue Lage einer oder mehrerer Tasten und gibt ein entsprechendes Codewort aus. Dieses geschieht über einen 4-Bit-Datenbus.

Die Paralleleingangsinformationen Rhythmus, ABC usw. werden im Parallel-Serien-Konverter (PSC) in Seriensignale umcodiert und über nur eine Leitung dem Key-Coder zugeführt. Bei entsprechend eingeschaltetem Rhythmus werden im Key-Coder bereits die Signale erzeugt, die durch spezielle Filter geleitet, die Klänge von Instrumenten angenähert naturgetreu wiedergeben, wie z. B. die von High Bongo, Snare Drum usw. Die Hüllkurven werden durch in die Platine eingelötete Kondensator-Widerstands-Kombinationen erzeugt.

Nachdem der Key-Coder alle eingegangenen Informationen erkannt und verarbeitet hat, gelangen die Ausgangsinformationen (4-Bit-Datenbus) zu dem Tongenerator. Dieser erhält ebenfalls die seriellen Daten der einzelnen

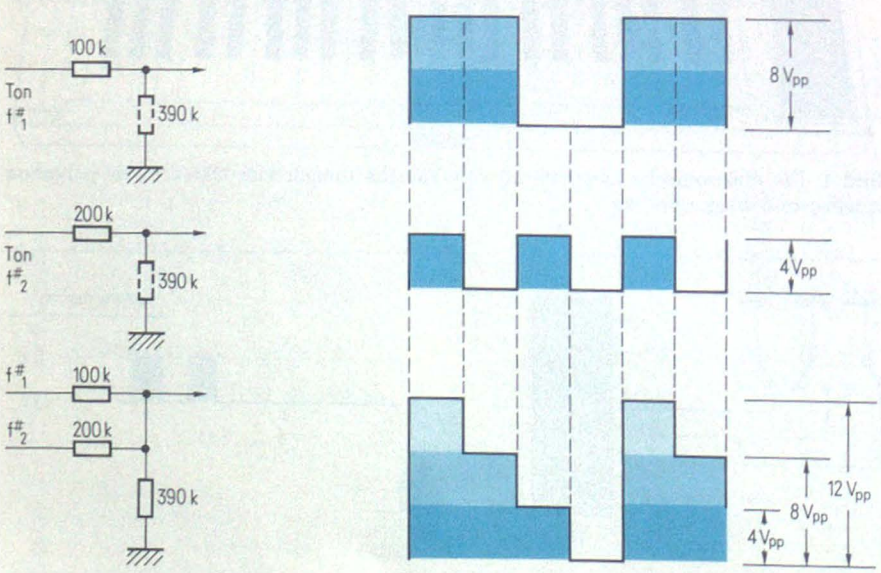


Bild 4. Durch die Erzeugung eines Treppensignals erhält man Rechteckschwingungen mit einem hohen Anteil an Oberwellen

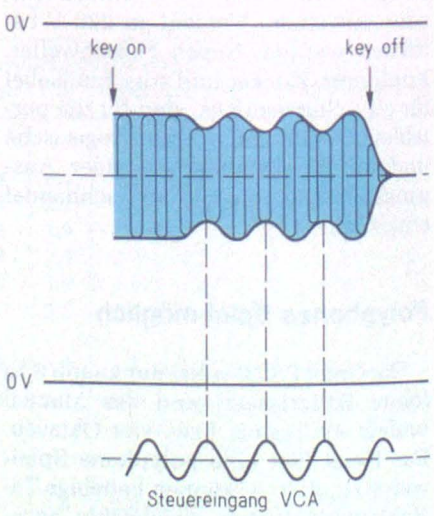


Bild 5. Ein spannungskontrollierter Verstärker bewirkt die Amplitudenmodulation, die dem Signal die Klangfarbe z. B. eines Akkordeons gibt

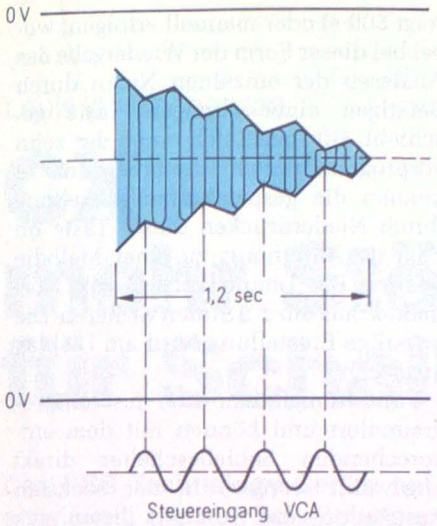


Bild 6. Beim Vibraphon-Klang steigt nach dem Tastenanschlag der Ton steil an und fällt in 1,2 s langsam ab

führt, die je nach Ansteuerung der Steuergates öffnen oder schließen.

Alle Signale durchlaufen den Mischer-Verstärker, einen Rauschunterdrückungskreis, den Endverstärker und gelangen schließlich zu dem eingebauten Lautsprecher. Zwei Signale werden noch vor dem Mischer-Verstärker einem spannungskontrollierten Verstärker (VCA) zugeführt. Diese beiden Signale sind für Vibraphon und Akkordeon. Der VCA bewirkt eine Amplitudenmodulation, der die Klangfarbe der beiden Musikinstrumente elektronisch nachbildet (*Bild* 5). Bei Akkordeon handelt es sich um einen Normalton, d. h. der Ton bleibt so lange erhalten wie die Taste gedrückt bleibt. Bei Vibraphon spricht man von einem Percussivton. Das bedeutet bei Tastenanschlag zunächst eine steile Tonanstiegszeit mit langsam abfallender Amplitude, obwohl die Taste gedrückt bleibt (*Bild* 6).

Eine Nachahmung anderer Musikinstrumente wird durch das „Delay Vibrato" erreicht. Es bewirkt bei längeren Tönen einen verzögerten Toneinsatz und ist gut geeignet bei der Nachahmung von Blas- und Streichinstrumenten; hingegen nicht bei kurzen Tönen, wie z. B. Piano.

Stichworte zum Inhalt
Elektronische Orgel, PS 20, polyphone Spielweise, automatische Baß- und Arpeggiobegleitung, Verharfung, Memory-Einrichtung, zehn Instrumentalklangfarben, elektronisches Schlagzeug mit acht Rhythmen, Multiplexabfrage, Timesharing-Verfahren, Parallel-Serien-Konverter, stairstepping.

Registrierungen, wie die der Orchesterstimmen, des Auto Rhythm und ABC/ARP. Getaktet durch einen externen Oszillator gibt der Tongenerator vier in der Fußlage verschiedene Rechtecksignale aus. Auch hier, wie beim Key-Coder, werden die Hüllkurven durch externe R-C-Kombinationen bestimmt.

Erzeugung eines Treppensignals

Da die Rechteckschwingungen nicht alle Obertöne enthalten, würde eine unnatürliche hohle Färbung entstehen. Dieses wird dadurch ausgeglichen, daß aus z. B. zwei Rechteckschwingungen eine Treppenspannung erzeugt wird (*Bild* 4). Zu einer Rechteckschwingung wird also eine zweite von halber Amplitude und doppelter Frequenz addiert, und man erhält eine Kurvenform, die mehr Oberwellen enthält als die vorherige Rechteckspannung. Diesen Vorgang nennt man „Stairstepping". Somit existiert eine obertonreiche Grundschwingung aus der mit nachgeschalteten Filtern ganz bestimmte Tonbereiche herausgesiebt werden.

Nachdem die vom Tongenerator erzeugten Rechteckschwingungen durch das Stairstepping und durch die Filtergruppen geformt wurden, werden sie zu elektronischen Schaltern (FET) ge-

D. Krausnick (38) arbeitete nach seiner Technikerausbildung bei Valvo in der Entwicklungsabteilung für elektrische Betriebsmechanisierung. Seit etwa zwei Jahren ist er bei Yamaha Europa GmbH für den Service elektronischer Orgeln verantwortlich.

Taschen-Multimeter

Mit dem Digital-Multimeter DM 9 (*Bild*) hat Grundig Electronic ein weiteres Taschengerät zum Einsatz bei Service und Montage, für Prüffeld und Labor entwickelt. Das Multimeter mit kontrastreicher dreieinhalbstelliger Flüssigkristallanzeige verfügt über 26 Meßbereiche, deren Meßumfang sich auf Spannungen bis 1000 V, Ströme bis 10 A, Widerstände bis 20 MΩ sowie auf akustische Durchgangsprüfung mit gleichzeitiger Anzeige des Ohmwertes erstreckt. Funktionsart und Meßbereich lassen sich über einen zentralen Drehschalter einstellen. Der Grundfehler beträgt 0,2 %. Alle Bereiche sind überlastgeschützt, ein Überspannungsableiter schützt vor Spannungsspitzen.

Das Gerät erfüllt die Forderungen der VDE-Schutzklasse II.

Zur Stromversorgung dient eine 9-Volt-Trockenbatterie, mit der bis zu 2000 Stunden Betriebszeit möglich sind. Bei Unterspannung warnt das LC-Display mit der Anzeige „LOW-BAT". Zum Lieferumfang gehören Bereitschaftstasche, flexibles Meßkabel und Batterie. Als Zubehör sind ein externes Netzteil und ein aufladbarer Akku erhältlich. Ta.

Klagen zur Funkausstellung

Über den Messezauber auf der diesjährigen Funkausstellung klagte die Pioneer-Melchers GmbH, Bremen, die sich im Hinblick auf die jährlichen Ausstellungen im Wechsel zwischen Berlin und Düsseldorf überfordert sieht. Wie Geschäftsführer Werner Petasch meinte, sucht die Industrie in erster Linie Kontakte mit dem Handel – und erst danach eine Selbstdarstellung für die Endverbraucher. Er meinte weiter, daß über die beiden kostspieligen Messen hinaus auch noch Hausmessen, Veranstaltungen der Handelskooperationen und Road Shows bedient werden müssen: wann aber – so Petasch – kommt man dann noch zum Verkaufen? Kp.

Gebrauchstest: Casio VL-1

Einfach unglaublich

In unserem Bericht von der Hannover-Messe haben wir bereits auf eine kleine Orgel mit eingebautem Rechner hingewiesen. Die Fülle an vom Hersteller genannten Variationsmöglichkeiten traut man diesem kleinen Gerät kaum zu.

Als erster Rechner der Welt mit Orgel, Rhythmus und Speicher zur Programmierung von max. 100 Tönen beliebiger Wahl wurde seinerzeit das elektronische Musikinstrument VL-1 (*Bild 1 und 2*) von Casio vorgestellt. Das nur 438 g schwere Gerät mit den Abmessungen 30 mm x 300 mm x 75 mm wird von vier Mignonzellen gespeist. Dem Bediener stehen 29 Tasten (teilweise doppelt belegt) zum Spielen, 10 Tasten (ebenfalls teilweise doppelt belegt) für Spezialfunktionen, zwei Schiebesteller für die Lautstärke der Musik und die Lautstärke des begleitenden Rhythmus, ein 3fach-Schiebeschalter zur Erweiterung der Tonlage um ± 1 Oktave, ein 4fach-Schiebeschalter für die Betriebswahl, ein 6fach-Schiebeschalter für die Klangwahl, ein von unten zu bedienendes Potentiometer zur Anpassung der Tonhöhe an andere Musikinstrumente und ein 8stelliges Flüssigkristall-Display zur Verfügung.

Spielvarianten

Auch ohne Einführung kommt man schon nach kurzem Experimentieren zum Spielen. Um aber alle Raffinessen, die in diesem monophonen Gerät stekken, ausnützen zu können, kommt man nicht daran vorbei, die ausführliche, leicht verständliche Bedienungsanleitung zu beachten.

Befindet sich der Betriebsartenschalter z. B. in Stellung Rec, so können bis zu 100 Noten in beliebiger Reihenfolge in den Speicher eingelesen werden. Das Auslesen kann jetzt automatisch (zeitlicher Eingabetakt bleibt erhalten, solange der Noteneingabeabstand weniger als 5 s beträgt, d. h. die max. Speicherkapazität für 100 Noten beträgt 500 s) oder manuell erfolgen, wobei bei dieser Form der Wiedergabe das Auslesen der einzelnen Noten durch Betätigen einer einzigen Taste geschieht. Gibt man sich einen der zehn vorprogrammierten Rhythmen vor, so können die gespeicherten Einzeltöne durch Niederdrücken dieser Taste im Takt des Rhythmus zu einer Melodie werden. Das Tempo läßt sich vom Normaltakt aus um ± 9 Stufen variieren. Die jeweilige Einstellung wird am Display angezeigt.

Fünf Klangfarben sind fest einprogrammiert und können mit dem entsprechenden Schiebeschalter direkt angewählt werden. In der sechsten Raststellung des Schalters lassen sich jedoch laut Herstellerangaben 80 Mio. Klangvarianten erreichen. Zehn vorgegebene Klangarten können in ihrer Hüllkurve (Anstiegszeit, Abfallzeit, Haltepegel, Haltezeit und Freigabezeit) vom Benutzer individuell in zehn Stufen eingestellt werden. Auch nach stundenlangem Probieren ist es uns nicht gelungen, einen (bei uns wohl mehr als in Japan verbreiteten) akkordeonähnlichen Klang zu erreichen.

Für mathematischen Gebrauch verfügt der eingebaute Rechenteil neben den vier Grundrechnungsarten über die Sonderfunktionen Quadratwurzel, Prozentrechnen, Konstanten- und Speicherfunktion. Auch zum Erlernen z. B. des Schreibmaschinenschreibens läßt sich der auf die persönliche Schreibgeschwindigkeit einstellbare Rhythmusgenerator ausgezeichnet verwenden. Sehr verbraucherfreundlich ist auch die automatische Endabschaltung die nach sechs Minuten einsetzt.

Au.

Bild 1. Mit dieser kleinen Mini-Orgel VL-1 von Casio spielen nicht nur Kinder gern

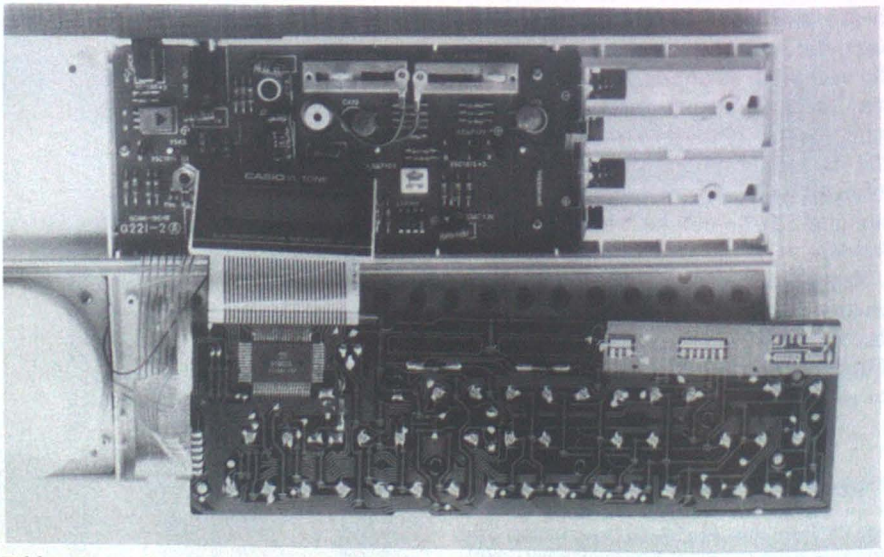


Bild 2. Das zerlegte Gerät mit Grundplatte (oben), Display und CPU (Mitte) und Rückseite der Tastaturplatine (unten)

Louis A. Abbagnaro

CX – mehr Störabstand für Schallplatten

Das CBS Technology Center hat eine neue Kompandierungstechnik entwickelt, die auf Schallplatten verwendet werden kann. Damit soll der (bewertete) Geräuschspannungsabstand um rund 20 dB verbessert werden. Obgleich die Digitalschallplatte mit allen ihren Vorteilen hinsichtlich Dynamik, Rauschabstand und Unzerstörbarkeit bereits die Tür aufgestoßen hat, könnte das Verfahren für eine Übergangszeit noch an Interesse gewinnen, zumal es Millionen „konventioneller" Schallplattenspieler gibt, die mit einem Zusatzgerät „aufgewertet" werden können.

Das Wort „Kompandierung" in der Musik beschreibt die Kombination von zwei Prozessen; nämlich der Komprimierung des Lautstärkeumfangs während der ursprünglichen Aufzeichnung und der Ausdehnung des Lautstärkeumfangs beim Abspielen. Diese Technik wird häufig zur Verbesserung des Störabstands eines Mediums verwendet. Die Hauptziele der CX-Entwicklung waren:

- Verbesserung des bewerteten Störabstands um 20 dB.
- Erzielung eines guten dynamischen Verhaltens.
- Geringes, nicht hörbares „Pumpen" in der kompandierten Stufe.
- Vorstellung eines Systems, das relativ unabhängig vom Signal-Pegel ist.
- Keine Veränderung im Frequenzverlauf bei der Wiedergabe.

Außerdem nahm sich CBS vor, ein kompatibles Kompandierungssystem zu entwickeln. Das entwickelte CX-System ermöglicht die Wiedergabe von Musik in der kompandierten Version, die vom Original-Mutterband kaum zu unterscheiden ist – selbst dann, wenn Digitalbänder verwendet werden.

Wahl der 20-dB-Kompression

Ein professionelles Digital-Tonbandgerät hat einen Spitzen-Störabstand (SNR)* von etwa 95 dB/Kanal. Bei Mehrspur-Herabmischung tritt näherungsweise eine geometrische Addition der Kanalstörungen auf, so daß die endgültige Zwei-Kanalaufzeichnung, die von einer 24-Kanal-Mutter-Aufzeichnung herabgemischt wurde, einen SNR von ca.

95 dB – 10 (Log 24) dB = 81 dB

aufweist.

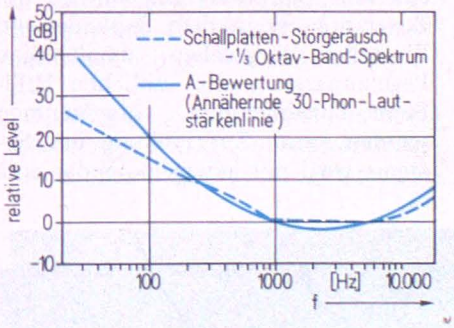


Bild 1. Störgeräuschverlauf bei Schallplatten, verglichen mit der physiologischen Ohrkurve

Tests haben gezeigt, daß dies ungefähr 20 dB höher ist als der bei modernen Schallplatten erreichte SNR. CBS wählte die 20-dB-Kompression in Hinblick darauf, daß die CX-Schallplatten im Störabstand die Werte der Mehrkanal-Digitalbandaufzeichnung erreichen.

*SNR = Signal to Noise Ratio

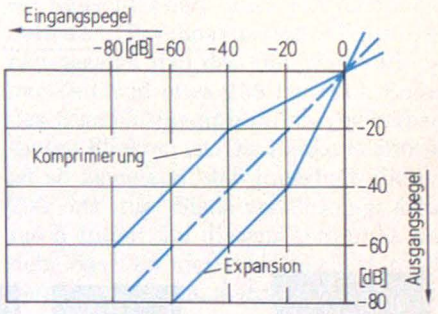


Bild 2. Komprimierungs-/Expandierungskurven des CX-Systems

Kompressions-/Expansions-Verfahren

Das Störgeräusch bei Schallplattenabspielungen zeigt ein Spektrum wie in *Bild 1* dargestellt. Es ist relativ stärker bei niedrigen und hohen Frequenzen. Das menschliche Ohr jedoch ist weniger empfindlich gegenüber niedrigen und hohen Frequenzsignalen, wie anhand einer Hörlautstärken-Linie für Niedrigpegel-Geräusch zu sehen ist.

Daraus ergibt sich, daß bei Subtraktion der Ohrkurven-Empfindlichkeitslinie vom Plattengeräusch der resultierende Geräuschpegel, den der Hörer wahrnimmt, nahezu linear mit der Frequenzlinie verläuft. Somit müßte jedes Geräuschreduzierungs-System über das gesamte Plattengeräusch-Spektrum wirken, um den höchsten Effekt zu erzielen. Das bedeutet, daß Kompandierungs-Systeme, die nur im oberen Frequenzband Störgeräusche herabmindern, wie z. B. Dolby B, für Bandkassetten durchaus geeignet sind, für Schallplatten aber nicht die optimale Lösung darstellen.

Bei anderen Systemen, wie z. B. dbx, wird mit fester Pre- und Deemphase gearbeitet, um eine Lautstärkebewertung des Kassettengeräuschs zu gewährleisten. Diese Entzerrung, die bei Schallplatten nicht erforderlich ist, macht das dbx-System nichtkompatibel: Die komprimierte Schallplatte, wenn ohne Expander abgespielt wird, bietet eine schlechte Qualität.

Beim CX-System hat man sich zu einer Breitband-Komprimierungs-/Expansions-Funktion, wie in *Bild 2* gezeigt, entschlossen. Die Komprimierungskurve hat für Signale von –40 dB bis zu Signalen von über 0 dB eine Steigerung von 2:1. Diese Steigerung geht bei Signalen unter -40 dB in ein 1:1-Verhältnis über. Eine Komprimie-

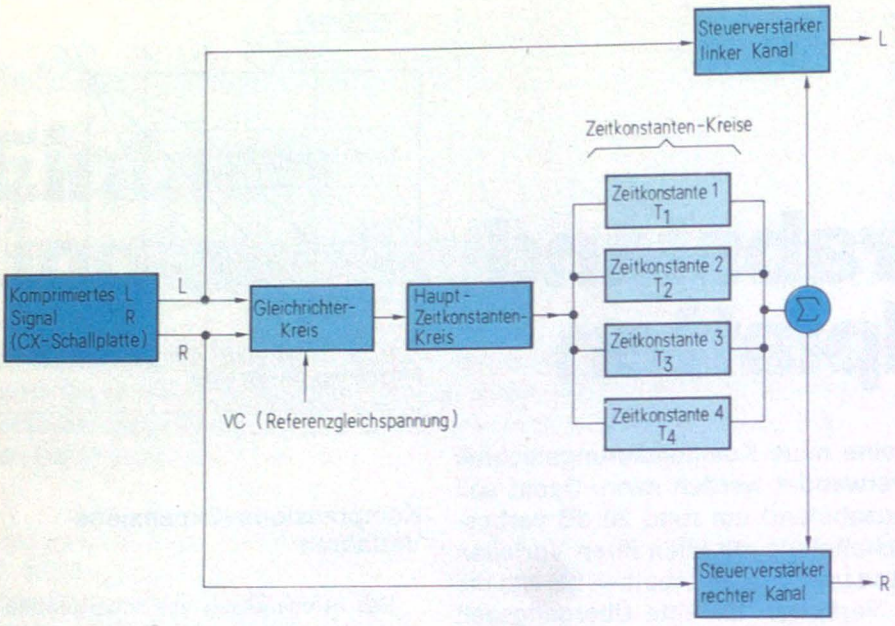


Bild 3. Blockschaltbild des Expanders. Den Kompressor erhält man durch Einschleifen des Expanders in den Gegenkopplungszweig eines Operationsverstärkers
(Bilder 1 bis 3: CBS Technology Center)

rung unter −40 dB ist nicht wünschenswert, da diese die Hintergrundgeräusche der Programmquelle über die der Schallplattengeräusche anheben würde.

Wenn ein Digital-Tonbandgerät als Programmquelle verwendet wird, wird der Störabstand entsprechend der Kennlinie um 20 dB Komprimierung reduziert, womit die komprimierte CX-Platte etwa dem Störabstand einer herkömmlichen Schallplatte gleichkommt. Bei vorhandenem kontinuierlichen Signal auf der Schallplatte wird der sich verändernde Verstärkungsfaktor des Programmquellengeräuschs verdeckt, wodurch dieses Atmen für den Hörer hörbar wird. Dies wird vor allem durch die Optimierung der Zeitkonstanten im Regelkreis, wie später beschrieben, erreicht.

Die Expansionskurve ist ebenfalls in Bild 2 dargestellt. Sie verläuft spiegelbildlich zur Komprimierungskurve. Das Signal, das komprimiert und expandiert wird, kommt praktisch dem Original-Signal gleich und gewährleistet eine Störminderung von 20 dB. Zusätzlich ist in dem Expander ein Einsteller vorgesehen, damit eine Pegelanpassung aller üblichen HiFi-Stereo-Tonabnehmer vorgenommen werden kann. Zur Eichung des Systems wird mit jedem Expander eine einfache 45-U/min-Testplatte geliefert. Einmal geeicht, spielt die Anlage alle CX-codierten Platten. Eine Nacheichung ist nur dann erforderlich, wenn ein neuer Tonabnehmer eingebaut wird.

Bild 4. Funktionsmuster eines CX-Decoders (Foto: Telefunken)

Dynamisches Verhalten

Ein Block-Schaltbild des CBS-Systems ist in *Bild 3* dargestellt. Hier möchten wir nur die Expander-Funktion erörtern; den Kompressor erhält man durch Einschaltung des Expanders in den Gegenkopplungs-Kreis eines Operations-Verstärkers.

Am Eingang zur Expander-Schaltung ist das komprimierte Signal dargestellt. Die Kanäle links und rechts werden zusammengefaßt, gleichgerichtet und den nachfolgend beschriebenen Stufen zugeführt.

Der Signalaufbereitungskreis besteht aus drei Teilen: Dem Gleichrichter-Kreis mit einem Referenzgeber, einem Haupt-Zeitkonstanten-Kreis und einem Zusatz-Zeitkonstanten-Kreis. Diese Kreise arbeiten wie folgt:

a) Gleichrichter-Kreis

Die Nf-Signale des linken und rechten Kanals werden über Vollweg-Spitzen-Gleichrichter mit einer Referenzspannung zusammengeschaltet. Bei Signalen oberhalb der Referenzspannung ändert sich das resultierende Signal direkt mit dem Nf-Eingangssignal und steuert die kanalbezogenen Steuerverstärkerstufen. Da sich deren Nf-Eingangssignal ebenfalls direkt mit der Nf-Eingangsspannung ändert, ergibt sich, daß für Signalpegel oberhalb der Referenzspannung eine Kennlinie von 2:1 vorliegt.

Sofern der Signalpegel unterhalb der Referenzspannung V_c liegt, wird keine Steuerspannung für Steuerverstärkerstufen erzeugt. Es ergibt sich dann eine 1:1-Kennlinie.

b) Haupt-Zeitkonstanten-Kreis

Der Haupt-Zeitkonstanten-Kreis ist auf etwa 1 ms Ansprechkonstante und 10 ms Abfall-Zeitkonstanten ausgelegt und damit relativ schnell wirkend. Dies ermöglicht eine schnelle Reaktion der resultierenden Steuerspannung auf Signalwechsel. Für sich allein wäre dieser Hauptfilterkreis unakzeptabel, da Dynamikfehler und Verzerrungen

unzulässig stark auftreten würden. Um dies zu vermeiden, wird ein zusätzlicher Zeitkonstanten-Kreis verwendet:

c) Zusatz-Zeitkonstanten-Kreis

Dieser Kreis umfaßt vier Einzelzeitkonstanten, deren Wirkung in einem resultierenden Steuersignal zusammengefaßt werden. Diese sind:

- *Zeitkonstante 1:* Hochpaßverhalten mit zusätzlicher Ansprechschwelle (wirksam bei Signalanstieg), $T_1 = 30$ ms
- *Zeitkonstante 2:* Tiefpaßverhalten, $T_2 = 2$ s
- *Zeitkonstante 3:* Tiefpaßverhalten mit zusätzlicher Ansprechschwelle (wirksam bei Signalanstieg), $T_3 = 30$ ms
- *Zeitkonstante 4:* Tiefpaßverhalten mit zusätzlicher Ansprechschwelle (wirksam bei Signalabfall), $T_4 = 200$ ms

Die Funktionsweise dieser Zeitkonstanten und Ansprechschwellen stellt sich so dar:

Zeitkonstante 2 wirkt auf anhaltende Signale mit kleinem Pegel und gewährleistet ein Minimum an Geräusch und Signalmodulation. Allein verwendet wäre diese Zeitkonstante für Dauer-Kleinsignale akzeptabel, würde aber nicht entsprechend auf rasche Änderungen in der Musik ansprechen.

Die Zeitkonstanten 3 und 1 sind für Ausgleichsvorgänge von kurzer und mittlerer Dauer optimiert. Ein schnelles Ansprechen wird durch Zeitkonstante 3 bewirkt, da hierüber das Signal des Hauptzeitkonstanten-Kreises für etwa 30 ms durchgeschaltet wird. Dieses Signal zeigt trotz guter Siebung im Hauptzeitkonstanten-Kreis noch Wechselspannungskomponenten.

Wenn die Steuerspannung nicht zusätzlich geglättet wird, tritt hörbare Verzerrung und Intermodulation des Ausgangssignals auf. Ausgedehnte Hörversuche haben gezeigt, daß das Ohr gegenüber derartigen Verzerrungen nicht empfindlich ist, wenn diese von kurzer Dauer sind (weniger als 30 ms). Durch die Schaltung als Hochpaß wird die Wirkung der Zeitkonstante 3 auf 30 ms nach Ansprechen begrenzt.

Da das Signal länger als 30 ms anhalten kann, muß die Wirkung danach von der Zeitkonstante 1 übernommen werden, die dementsprechend als Tiefpaß mit einer Zeitkonstante von ebenfalls 30 ms ausgelegt ist. Bei plötzlichem Signalanstieg ist die Zeitkonstante 1 für die ersten 30 ms unwirksam und übernimmt erst die Steuerung für Signale, die länger als 30 ms andauern. Durch entsprechende Dimensionierung ist es in diesem Kreis auch möglich, die sonst verbleibenden Wechselspannungsanteile auszufiltern und so die Verzerrung herabzumindern.

Da das resultierende Steuersignal von der Summe der Einzelsteuersignale abhängt, zeichnet sich das resultierende Ansprechverhalten durch ein schnelles Einschwingen ohne störende Verzerrungen oder Intermodulationen aus.

Zeitkonstante 4 wird zur Steuerung des Expanders bei plötzlichem Abfall des Signalpegels verwendet. Ohne die Wirkung dieses Kreises könnten hörbare Rauschfahnen und Rauschatmen auftreten. Psychoakustische Tests haben gezeigt, daß das Ohr während einer Zeit von etwa 200 ms nach Ende des Signals unempfindlich gegenüber diesen Effekten ist. Die Zeitkonstante 4 ist so bemessen, daß innerhalb dieser 200 ms die Signalverstärkung sich rasch ändert. Zu diesem Zeitpunkt, an dem das Ohr das Abklingen störend vernehmen kann, wird die Steuerung durch die Zeitkonstante 2 übernommen, die das Störgeräusch mit $T = 2$ s relativ konstant hält.

Die Gesamtanordnung der vier Zeitkonstanten-Schaltungen gestattet einen wirkungsvollen Betrieb des Expanders selbst mit Musiksignalen, die für andere Anlagen schwierig sind.

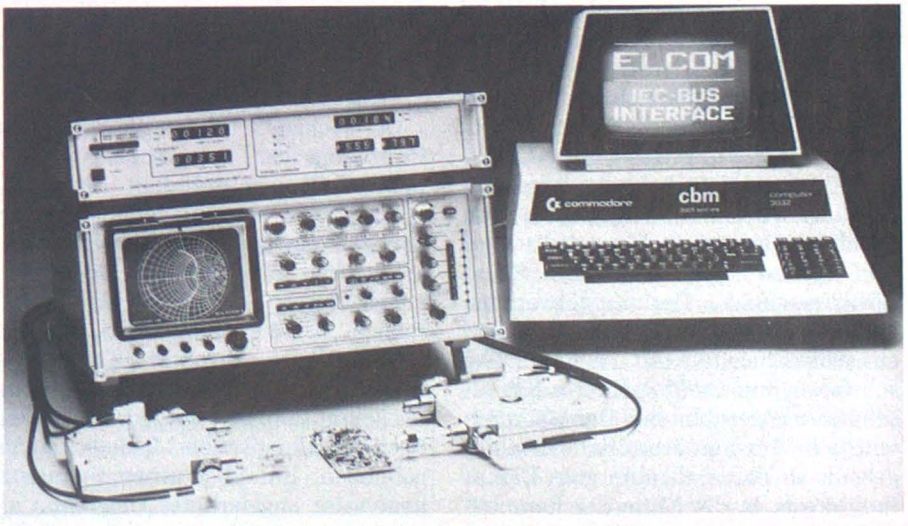
Auf der Internationalen Funkausstellung 1981 in Berlin zeigte auf dem CBS-Stand Telefunken einen betriebsfertigen CX-Decoder *(Bild 4)*.

Stichworte zum Inhalt
Kompandierungstechnik CX, Störabstand bei Schallplatten, Zeitkonstanten

Gruppenlaufzeitmessung bis 2 GHz

Der Elcom-Netzwerkanalysator *(Bild)* bietet die Möglichkeit, das Gruppenlaufzeitverhalten von Meßobjekten in gewobbelter Form bis 1960 MHz darzustellen. Die maximale Laufzeitauflösung beträgt hierbei 1 ns/Div.

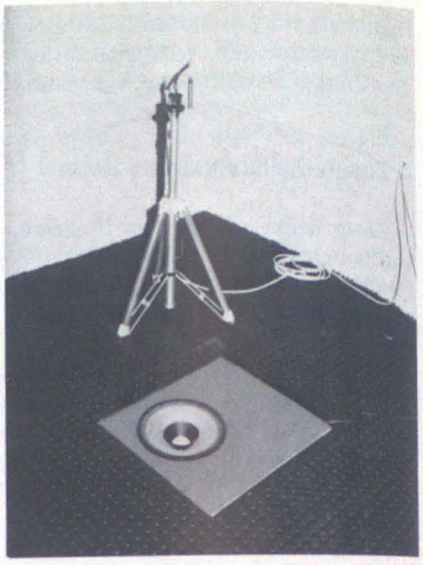
Nach Angaben des Herstellers ist ein wachsender Markt für Netzwerkanalysatoren mit einem Frequenzbereich bis 2 GHz mit der Einführung des Satellitenfernsehens zu erwarten, da die bei Empfangsanlagen verwendete, 1. Zwischenfrequenz zwischen 960 MHz und 1740 MHz liegen wird. Ein konstantes bzw. definiertes Gruppenlaufzeitverhalten der für diesen Frequenzbereich entwickelten Baugruppen ist ein wesentliches Kriterium für die erzielbare Bildqualität. Ta.



Hartmut Oberhoff

Ein Lautsprecher entsteht

Da das Angebot an Lautsprecherboxen schon fast unüberschaubar geworden ist, wollten wir einmal der Frage nachgehen, nach welchen Kriterien ein Lautsprecher entwickelt wird und wie er entsteht. Der Autor dieses Beitrags ist Leiter des technischen Bereichs und für die Lautsprecherentwicklung bei Visaton zuständig. Er wird im folgenden genauer über die Entstehung eines Lautsprechers berichten.



Der Prüfling wird in der Mitte des Meßraumbodens montiert. Die Wände sind mit Dämpfungskeilen ausgestattet. Der gesamte Meßraum ist in einen größeren Raum hineingebaut

Die Ansprüche, die heute an gute Lautsprecher gestellt werden, sind sehr hoch und der Endverbraucher kritisch in der Wahl. Die Lautsprecherentwicklung setzt daher eine hochwertige Meßapparatur sowie eine markt- und zeitgerechte Gestaltung voraus. Bevor der Lautsprecher am Reißbrett Formen annimmt, müssen folgende Gesichtspunkte geklärt sein:

- Der Lautsprecher muß in der gewünschten Preiskategorie liegen;
- gute Fertigungsmöglichkeit muß gegeben sein;
- es wird ein ansprechendes, modernes Design gefordert;
- neue Technologien sollen zur Anwendung kommen;
- große mechanische Stabilität wird erwartet und
- hohe elektrische Belastbarkeit.

Nach umfangreichen Vorentwürfen technischer Details und Abstimmung mit dem kaufmännischen Bereich wird eine Konstruktionszeichnung im Maßstab 1 : 1 gefertigt. Anhand dieser Zeichnung baut die Modellwerkstatt einen Prototyp. Er muß so aufgebaut sein, daß leicht Veränderungen an ihm vorgenommen werden können.

Als nächstes folgt das genaue Untersuchen des neuen Lautsprechers. Bei Visaton wird mit Meßgeräten von Brüel & Kjær sowie Hewlett-Packard im eigenen reflexionsarmen Raum (*Bild*) gemessen. Der doppelwandige Meßraum ist mit Dämpfungskeilen ausgestattet und mit einer 90 kg schweren, mit Sand gefüllten Schallschutztür abgeschlossen. Der Meßraum wurde in einen größeren Raum hineingebaut, so daß sich eine gute Dämpfung ergab. In der Mitte des Raumbodens befindet sich eine Vertiefung, in die der zu prüfende Lautsprecher eingesetzt wird und auf gleiche Ebene mit der Bodenfläche gebracht werden kann.

Unterschiedliche Meßmethoden

Nach der Montage des Lautsprechers im Meßraum beginnt eine umfangreiche Meßreihe. Hierzu stehen mehrere Meßverfahren zur Verfügung:

- mit Sinuston,
- mit gewobbeltem Sinuston,
- mit der „Gating"-Technik (Impulsmeßtechnik über eine Torschaltung. Diese Meßtechnik hat den Vorteil, das Schwingungsbild des Lautsprechers im Zeitbereich darzustellen sowie eventuell noch vorhandene Reflexionen auf einem Oszilloskop sichtbar zu machen und durch ein variables Zeittor (gate) zu eliminieren),
- mit Rosa-Rauschen über Terzfilter und
- mit Rosa-Rauschen über Terzfilter, gemessen im Hörraum.

Der nächste Schritt ist die akustische Erprobung des Lautsprechers im Hörraum. Mit wechselndem Musikprogramm sowie verschiedenen Lautstärkepegeln gewinnt man den ersten musikalischen Eindruck des neuen Systems. Durch Umschalten wird im direkten A/B-Vergleich mit anderen Lautsprechern abgehört. Trotz aller modernen Meßtechnik ist das geschulte Gehör immer noch eines der kritischsten akustischen Meßinstrumente geblieben. Ein über einen Frequenzanalysator angefertigtes Diagramm erleichtert die Arbeit wesentlich. Nach Ermittlung und Korrektur des Fehlers wiederholen sich die Meßvorgänge.

300-Stunden-Test

Zur Erprobung der Dauerbelastbarkeit nach DIN 45573 kommt der Lautsprecher in den Dauerlast-Prüfraum. Das ist ein stark gedämpfter Raum, in dem hohe Schallpegel gefahren werden können, ohne die Umgebung zu belästigen. Der Test dauert 300 Stunden. Dabei wird abwechselnd 1 min eingeschaltet und 2 min ausgeschaltet. Das Signal ist ein Rauschpegel nach DIN 45 573. Unter diesen harten Bedingungen wird der Lautsprecher auf seine Funktionstüchtigkeit untersucht.

Nach Abschluß der Entwicklungsarbeit werden Prototyp, Zeichnungen, Diagramme und Meßprotokolle an die Fertigung übergeben, die die ersten Serienmuster herstellen. Anschließend kommen sie wieder ins Labor und werden dort auf Kriterien, wie z. B. saubere Verarbeitung oder zentrischer Sitz der Bauteile, hin untersucht sowie einer nochmaligen akustischen und elektrischen Prüfung unterzogen. Erst wenn die Lautsprecher den strengen Anforderungen des Hauses entsprechen, werden sie in Serie hergestellt.

Stichworte zum Inhalt
Reflexionsarmer Raum, Lautsprecher-Meßmethoden, Rosa-Rauschen, Terzfilter, A/B-Vergleich, Dauerbelastbarkeit, Gating-Technik.

Ing. (grad.) Volker Rowedda

Aussteuerungs-anzeigen für Recorder

Den Aussteuerungsanzeigen wird bei der Auslegung und Dimensionierung von Kassettenrecordern oft zu wenig Bedeutung geschenkt, da sie als völlig unkritisch angesehen werden. Es zeigt sich aber in der Praxis, daß nur eine optimal ausgelegte Aussteuerungsanzeige unabhängig vom jeweiligen Programm-Material eine einwandfreie Aufnahme ermöglicht.

Klingen Magnetband-Aufnahmen dumpf, wolkig, unklar, verrauscht oder verzerrt, so sind sie in der Regel unter- oder übersteuert. Die Ursachen können z. B. unzulängliche Aussteuerungsanzeigen oder die Verwendung von minderwertigem Bandmaterial sein.

Mit Hilfe der Aussteuerungsanzeige sollen störende Klangverfälschungen bereits bei der Aufnahme angezeigt werden, damit die Aussteuerung entsprechend korrigiert werden kann. Ein Ausschlag bis an die Grenze der Übersteuerung ist zulässig. Ein stärkerer Ausschlag (Übersteuerung) bedeutet bei der Wiedergabe, daß hörbare Verzerrungen im Klangbild zu erwarten sind. Wird dagegen zu gering ausgesteuert (Untersteuerung), so wird das physikalisch bedingte Bandrauschen deutlich hörbar, da das Rauschen von dem Nutzsignal nicht genügend verdeckt wird. Man spricht in diesem Fall von verrauschten Aufnahmen oder von einem schlechten Signal/Rausch-Abstand. Aussteuerungsanzeigen müssen deshalb so ausgelegt sein, daß sich bei korrekter Aussteuerung – unabhängig vom Programm-Material – der größtmögliche Signal/Rausch-Abstand ergibt, ohne dabei das Magnetband zu übersteuern.

Aussteuerung frequenzabhängig

Der maximale Aufnahmepegel, bis zu dem unverzerrte Aufnahmen möglich sind, hat nicht für alle Frequenzen des Übertragungsbereiches einen konstanten Wert. Die Aussteuerbarkeit des Magnetbandes nimmt zu hohen Frequenzen kontinuierlich ab. Ein Pegel, bei dem z. B. eine Frequenz von 315 Hz gerade noch ohne Verzerrungen aufgezeichnet werden kann, bedeutet in der Regel für 10 kHz bereits eine völlige Übersteuerung.

In *Bild 1* ist dieser Vorgang schematisch für eine Bandsorte dargestellt. Es ist zu erkennen, daß Aufnahme- und Wiedergabepegel nur bis zu einem bestimmten Wert proportional sind. Geht die Aussteuerung darüber hinaus, so wird der Wiedergabepegel durch Magnetbandeigenschaften und den „Selbstentmagnetisierungseffekt" sogar kleiner.

Abhängig ist die Aussteuerbarkeit von den verschiedenen Bandsorten, von der Bandgeschwindigkeit und der bei der Aufnahme gewählten Höhe der Vormagnetisierung. So ist z. B. ein Reineisenband im Vergleich zu einem Chromdioxidband bei hohen Frequenzen bis zu 10 dB höher aussteuerbar.

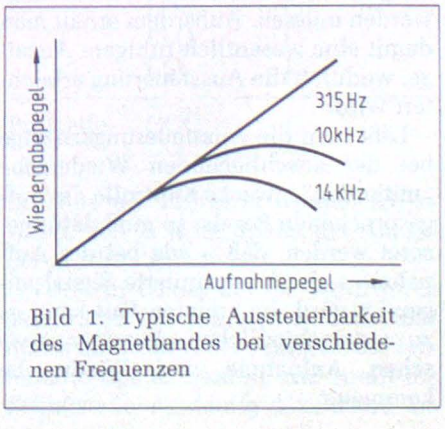


Bild 1. Typische Aussteuerbarkeit des Magnetbandes bei verschiedenen Frequenzen

Als Folge dieser abnehmenden Aussteuerbarkeit des Magnetbandes zu hohen Frequenzen hin müssen Aussteuerungsanzeigen eine vom Bandmaterial abhängige Höhenanhebung haben, kurz höhenbewertete Aussteuerungsanzeige genannt.

Dazu folgendes Beispiel: In Bild 1 ist die Abnahme der Aussteuerbarkeit von 10 kHz gegenüber 315 Hz eingezeichnet. Um Übersteuerungen zu vermeiden, muß die Aussteuerungsanzeige theoretisch mindestens um diesen Betrag eine Anhebung anzeigen *(Bild 2)*, weil damit die Aussteuerung des Kassettenrecorders zurückgenommen und das Magnetband nicht übersteuert wird.

Damit Übersteuerungen in ihrer vollen Amplitude auch bei Impulsspitzen angezeigt werden, sollte die Ansprechzeit der Anzeige möglichst kurz sein. Die Rücklaufzeit muß so lang sein, daß kurz aufeinander folgende Pegelspitzen eindeutig erkennbar sind, wobei die Anzeige nicht unruhig wirken darf.

Die angezeigte Aussteuerung sollte gleichzeitig ein relatives Maß für die Lautstärkeempfindung sein. So können verschiedene Programme, wie Pop, Klassik und Sprache, in ihrer Lautstärke einander angepaßt werden.

Für den Anzeigeumfang ist in der Regel ein Bereich von –20 dB bis +6 dB sinnvoll. Von Vorteil ist es, wenn die Aussteuerungsanzeige im Bereich der Übersteuerungsgrenze eine hohe Auflösung aufweist.

Die verschiedenen Aussteuerungsanzeigen

Aussteuerungsanzeigen unterscheidet man nach der Art der Spannungsbewertung (Art der Gleichrichtung) und nach dynamischen Eigenschaften (Reaktion auf Impulse bzw. Ein- und Ausschwingverhalten).

Es gibt Mittel-, Effektiv- und Spitzenwertanzeigen. In der Praxis kommen aber nur Mittelwert-(VU-Meter-) und Spitzenwertanzeigen vor. Effektivwertanzeigen, die unabhängig von der Kurvenform des Signals den Effektivwert anzeigen, findet man selten, da sie technisch sehr aufwendig sind.

Die Eigenschaften von Volume-Unit (VU)-Metern sind von der ASA (American Standard Association) festgelegt. Sie zeigen frequenzlinear die Mittel-

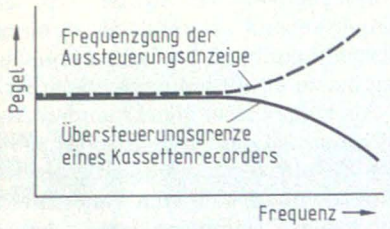


Bild 2. Vergleich von Frequenzgang der Aussteuerungsanzeige und Übersteuerungsgrenze eines Kassettenrecorders

werte des Signals an und sollen mit 300 ms Einschwingzeit (Pegel: –20 dB...0 dB) und noch längerer Rücklaufzeit bewußt etwas träge reagieren und Impulsspitzen unberücksichtigt lassen. Aufgrund der Trägheit ist der Anzeigewert jedoch in etwa ein relatives Maß für den Lautstärkeeindruck.

Aufgrund von statistischen Untersuchungen kann man sagen, daß die Impulsspitzen etwa 6 dB über dem VU-Meter-Anzeigewert liegen. VU-Meter werden deshalb so abgeglichen, daß sie einen Vorlauf von etwa 6...9 dB aufweisen. Bei einem Dauersignal wird die Vollaussteuerung also 6...9 dB früher angezeigt. Mit diesem eingestellten Vorlauf sollen die nicht angezeigten Impulsspitzen und die abnehmende Aussteuerbarkeit des Magnetbandes zu hohen Frequenzen hin berücksichtigt werden.

Anders als VU-Meter verhalten sich Spitzenwertanzeigen. Sie zeigen frequenzlinear oder höhenbewertet den Maximal- oder Spitzenwert an und haben in der Regel eine Einschwingzeit von 5...20 ms.

Eine vom Bandmaterial abhängige schnelle höhenbewertete Spitzenwertanzeige erfüllt alle gestellten Anforderungen, jedoch ist ihr Anzeigewert kein relatives Maß für die zu erwartende Lautstärke. Die deshalb oft verwendeten VU-Meter vermitteln zwar einen relativen Eindruck der zu erwartenden Lautstärke, aber bei unterschiedlichem Programmaterial wird die Unzulänglichkeit aufgrund des fest eingestellten Vorlaufes und der Trägheit dieser Anzeige jedoch sehr deutlich, da das Bandmaterial in der Regel unter- oder übersteuert wird.

Nur die höhenbewertete Spitzenwertanzeige ist in der Lage, unabhängig vom Programmaterial eine Übersteuerung des jeweiligen Magnetbandes anzuzeigen, und das bei gleichzeitig maximal möglichem Signal/Rausch-Abstand.

Eine VU-Meter-Anzeige sollte in der Kassettenbandtechnik nur zur zusätzlichen Kontrolle dienen. Die Anzeige ist, im Gegensatz zur Anzeige in der Studiotonbandtechnik, von untergeordneter Bedeutung.

Der Vollständigkeit halber muß noch erwähnt werden, daß es außer den hier beschriebenen Aussteuerungsanzeigen noch Kombinationen aus beiden gibt.

Aussteuerungsanzeigen und Kompandersysteme

Alle bekannten Rauschverminderungssysteme wie High Com, dB-X, Dolby usw. sind Kompandersysteme, d. h. es wird eine Kompression der Dynamik vor und die komplementäre Expansion der Dynamik nach der Speicherung und Übertragung vorgenommen.

Geht auf dem Übertragungskanal Information verloren oder wird sie verfälscht, z. B. durch Übersteuerung des Magnetbandes, so ist eine komplementäre Expansion nicht mehr möglich. Je nach Kompandersystem entstehen zusätzliche Frequenzgang- oder Pegelfehler. Um Fehler dieser Art zu vermeiden, müssen als Aussteuerungsanzeigen in Verbindung mit derartigen Rauschverminderungssystemen höhenbewertete Spitzenwertanzeigen mit kurzer Einschwingzeit verwendet werden. Eine Übersteuerung des Magnetbandes kann so sicher vermieden werden. Träge und andere Arten der Anzeige, z. B. VU-Meter, sind ungeeignet.

Dabei ist noch wichtig, daß die Aussteuerungsanzeigen nach dem Kompressor angeordnet werden, weil jeder Kompressor bei der Aufnahme in Abhängigkeit vom Eingangspegel die Dynamik des Signals verändert und diese Dynamikänderungen bei der Aussteuerung der Aufnahme mit berücksichtigt werden müssen. Außerdem erhält man damit eine wesentlich ruhigere Anzeige, wodurch die Aussteuerung erleichtert wird.

Läßt man die Aussteuerungsanzeige bei der anschließenden Wiedergabe „mitlaufen", zwecks Kontrolle des aufgesprochenen Pegels, so muß dafür gesorgt werden, daß – wie bei der Aufnahme – das komprimierte Signal angezeigt wird. Im anderen Fall kann es zu unterschiedlichen Anzeigen zwischen Aufnahme und Wiedergabe kommen.

Unterschiedlichste Ausführungsarten

In der Praxis findet man die unterschiedlichsten Ausführungsarten von Aussteuerungsanzeigen, die in die Gruppen Analog- und Schwellwertanzeigen eingeteilt werden.

Das heutzutage wohl meistverbreitete Zeigerinstrument und die Anzeigeröhre gehören zu der Gruppe der analog anzeigenden Instrumente. Sie sind in der Lage, jeden Zwischenwert anzuzeigen, und reagieren theoretisch auf die geringsten Änderungen der anzuzeigenden Größe.

Im Gegensatz dazu wird bei den in letzter Zeit immer häufiger verwendeten elektronischen Anzeigen das Überschreiten eines Schwellwertes angezeigt. Das Durchschalten kann schlagartig oder kontinuierlich erfolgen, so daß sich ein springender oder fließender Übergang ergibt.

Da es sich um elektronische Schalter handelt, ist eine LED-Kette praktisch trägheitslos in der Anzeige, d. h. ihre Einschwingzeit ist quasi Null. Drehspul-Zeigerinstrumente benötigen dagegen, bedingt durch das Massenträgheitsmoment des Zeigers und der Spule, eine gewisse Zeit zum Einschwingen.

Der scheinbare Vorteil der Analoganzeigen, Zwischenwerte anzeigen zu können, erweist sich bei genauer Betrachtung von untergeordneter Bedeutung. Theoretisch ist eine Anzeige denkbar, die z. B. nur aus einer LED besteht, die dem Benutzer die Übersteuerung signalisiert. In der Praxis verzichtet man aber auf solche Anzeigen, da die Übersichtlichkeit und eine Orientierung bei leisen Musikpassagen fehlen.

Literatur

[1] *Bommel, Peter van:* Die Entzerrung in der magnetischen Schallaufzeichnung, Agfa-Gevaert AG, Druckschrift 1973.
[2] *Schröder, H.:* Tonbandgeräte Meßpraxis, Franckhsche Verlagshandlung, Stuttgart 1967.
[3] *Schwab, K. H.:* Aussteuerungsanzeigen, HiFi Stereophonie 5/1980.
[4] DHFI Test-Cassette Begleitheft, Deutsches High-Fidelity Institut e.V., Frankfurt; Verlag G. Braun, Karlsruhe 1980.
[5] *Schröder, E.; Wermuth, J.:* Fernseh- und Kino-Technik, 30. Jahrgang, Nr. 12/1976.

Stichworte zum Inhalt
Aussteuerbarkeit, Mittel-, Effektiv- und Spitzenwertanzeige, VU-Meter, Zeigerinstrument, LED-Kette, Rauschverminderung

Prof. Dr.-Ing. K. Fellbaum

Fehlerschutz und -korrektur in der digitalen Audiotechnik

Die bei der digitalen Tonsignalverarbeitung erforderliche hohe Bitrate (typisch 0,5 bis 1 Mbit/s je Tonkanal) führt bei den vorhandenen Speichermedien (Tonband, Schallplatte) bzw. Übertragungskanälen beinahe zwangsläufig zu Fehlern im Digitalsignal. Um diese Fehler zu erkennen und möglichst auch zu korrigieren, werden dem „Nutzsignal" Zusatzbits angefügt, die einer Auswerteeinrichtung mitteilen, ob und ggf. bei welcher Binärstelle ein Fehler aufgetreten ist. Dieser Beitrag beschreibt fünf Fehlerschutz- und -korrekturmaßnahmen, die den Verlust digitaler Information bei der Wiedergabe so korrigieren, daß sie dem Zuhörer nicht erkennbar werden.

Jedem Digitalwort wird ein Zusatzbit angehängt, das so gewählt wird, daß sich stets eine gerade Anzahl von „L"-Bits ergibt. Im Falle einer Drei-Bit-Codierung erhalten wir somit folgendes Schema:

Codewort	Prüfbit
OOO	O
OOL	L
OLO	L
OLL	O
LOO	L
LOL	O
LLO	O
LLL	L

Werden nun Codewort oder ein Bit des Codewortes verfälscht, so ist die Anzahl der „L"-Bits ungerade. Es kann allerdings nicht erkannt werden, wo der Fehler aufgetreten ist. Auch ist die Erkennung von zwei Fehlern nicht mehr sicher möglich.

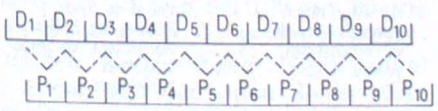


Bild 1. Prinzip des Wyner-Ash-Codes. Jedes Datenbit wird durch zwei Paritäts-Bit gesichert

Blocksicherung

Hierbei werden Fehler nicht nur erkannt sondern auch korrigiert. Bei der Blocksicherung wird neben der eingangs beschriebenen waagerechten Paritätskontrolle zusätzlich noch eine senkrechte Paritätskontrolle durchgeführt. Das folgende Schema zeigt das Prinzip:

	Codewort	Prüfbit
	OOO	O
	OOL	L
	OLO	L
	OLL	ØL ← Fehler
	LOO	L
	LOL	O
	LLO	O
	LLL	L
Prüfzeile	OOO	O

Die Bits der Prüfzeile werden so gewählt, daß in jeder Spalte die Anzahl der „L"-Bits gerade ist.

Tritt ein Fehler auf, so wird durch das Prüfbit die fehlerhafte Zeile und durch das Prüfbit der Prüfzeile die fehlerhafte Spalte erkannt und somit die Fehlerstelle eindeutig lokalisiert. Im Beispiel wird also in der vierten Zeile das Prüfbit verfälscht. Dies führt zu ungerader Parität. Aber auch die vierte Spalte der Prüfzeile ergibt ungerade Parität und kennzeichnet so die Fehlerstelle.

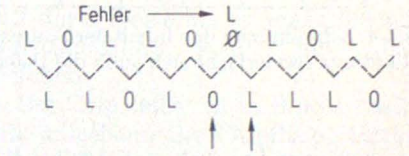


Bild 2. Beispiel für eine Fehlererkennung und -korrektur. Das sechste Bit im Datenwort ist fehlerhaft („L" statt „O"). Zwei nebeneinanderliegende Paritäts-Bit (Pfeil) zeigen den Fehler an

Codewörter, Prüfbits und Prüfzeile bilden hierbei einen Block. Innerhalb dieses Blockes kann ein Fehler korrigiert werden. Treten zwei Fehler auf, so wird zwar ihre Anzahl erkannt, nicht aber, wo sie aufgetreten sind.

Verwendung zyklischer Codes (engl. cyclic redundancy check code: CRCC)

Dieses Verfahren verwendet mehrere Bits zur Fehlerkontrolle, wobei man die Kontrollbits mit Hilfe eines rückgekoppelten Schieberegisters gewinnt.

Die Erläuterung des Prinzips erfordert einige Kenntnisse in der Codierungstheorie und würde hier zu weit führen. Der Leser sei deshalb auf weiterführende Literatur (z. B. [1] und [2]) sowie auf die CCITT-Empfehlung V 41 verwiesen. Wichtig ist hier, daß bei Verwendung von n Bits eine Fehler-Entdeckungs-Wahrscheinlichkeit von

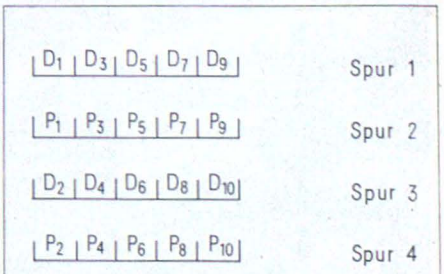


Bild 3. Werden die Bit von Bild 1 in der gezeigten Weise auf vier Spuren verteilt, so ist noch eine fehlerfreie Rekonstruktion der Datenbit möglich, wenn eine der Spuren total ausfällt

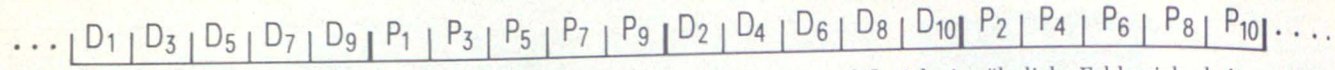


Bild 4. Schreibt man den Inhalt der Spuren von Bild 3 hintereinander auf eine Spur, so läßt sich eine ähnliche Fehlersicherheit erreichen. Allerdings vervierfacht sich auch die Datenmenge pro Bandlänge

$1 - 2^{-n}$ erreicht wird, wobei n häufig zu n = 16 Bit gewählt wird.

Verwendung von Faltungscodes

Eine weitere sehr wirksame Methode zur Fehlererkennung und -korrektur ist die Anwendung von Faltungscodes (engl. convolutional codes). Das Prinzip soll anhand des sog. „Wyner-Ash-Codes" erläutert werden: Dieser Code ist in der Lage, ein fehlerhaftes Bit zu korrigieren, das in einer Vierer-Bitgruppe auftaucht, was letztlich bedeutet, daß ein fehlerhaftes Bit von drei korrekten Bits umgeben sein muß. *Bild 1* zeigt das verwendete Schema [3]. Wir gehen dabei zunächst davon aus, daß zur Aufzeichnung der Digitalinformation mehrere Spuren (z. B. eines Magnetbandes) zur Verfügung stehen. Ausgangspunkt ist die Anordnung Bild 1. („D" steht für Datenbit und „P" für Paritätsbit.)

Bild 2 gibt ein Beispiel für die Fehlerkorrektur bei einem verfälschten Bit, *Bild 3* stellt die Verteilung der Informationen auf vier Spuren dar. Die Verteilung ist so gewählt, daß sich auch bei totalem Ausfall einer Spur die Dateninformation noch fehlerfrei rekonstruieren läßt.

Man kann schließlich eine vergleichbare Datensicherung bei Verwendung von nur einer Spur erreichen, wenn man die Information der vier Spuren entsprechend *Bild 4* hintereinander schreibt.

Codespreizung und Interpolationsverfahren

Eine besonders störende Eigenschaft von Aufzeichnungsmedien – insbesondere beim Tonband – ist das Auftreten von Fehlstellen, den sog. Dropouts. Diese Dropouts haben häufig eine Ausdehnung, die mehrere Codewörter umfaßt. Für die nachfolgenden Betrachtungen ist es zweckmäßig, statt der bisherigen bitweisen Darstellung ganze Codewörter zu verwenden (*Bild 5*).

Um die Fehlerauswirkungen infolge der Dropouts weitgehend zu eliminieren, geht man folgendermaßen vor: man ordnet aufeinanderfolgende Codewörter so um, daß sie möglichst weit auseinanderliegen. Treten nun Dropouts auf, so werden nicht (in der natürlichen Reihenfolge) aufeinanderfolgende Codewörter gestört; fehlerhafte Wörter treten somit isoliert auf.

Man kann nun diese Fehler dadurch weitgehend elimieren, daß man statt des fehlerhaften Wortes durch Interpolation mit den benachbarten korrekten Codewörtern das ursprüngliche Codewort näherungsweise rekonstruiert [4].

Es gibt hierbei mehrere Interpolationsverfahren (*Bild 6*). Die einfachste Möglichkeit besteht darin, den fehlerhaften Wert Null zu setzen. Hierbei ist allerdings die Abweichung vom richtigen Wert beträchtlich (und damit auch hörbar). Ein besseres Ergebnis erreicht man dann, wenn man den vorhergehenden Wert als Schätzwert verwendet.

Eine weitere Verbesserung erhält man schließlich, wenn man den arithmetischen Mittelwert zwischen Vorgänger und Nachfolger des fehlerhaften Wertes bildet. Die letztgenannte Art der Interpolation wird wegen der guten Resultate heute üblicherweise verwendet.

Mit der Codespreizung erreicht man zwar einen sehr wirksamen Fehlerschutz, handelt sich dafür aber bei Bandaufzeichnungsgeräten den Nachteil ein, daß die Bearbeitung und der Schnitt des Bandes sehr kompliziert werden und sich ohne aufwendige Elektronik nicht bewältigen lassen.

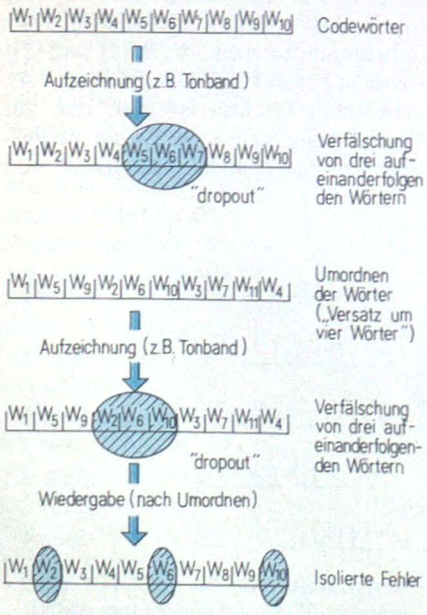


Bild 5. Prinzip der Codespreizung (interleaving). Durch Umordnen können Fehler isoliert und durch die korrekten Nachbarwerte interpoliert werden

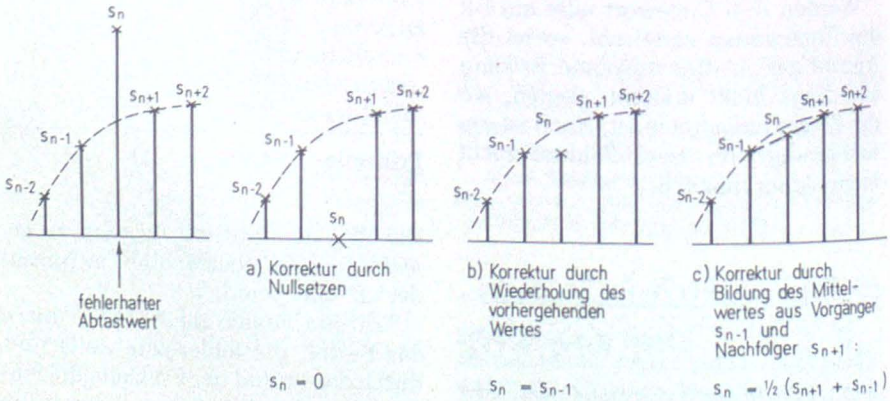


Bild 6. Interpolations- oder Fehlerüberdeckungstechniken (nach [4])

Literatur

[1] *Swoboda, J.*: Codierung zur Fehlerkorrektur und Fehlererkennung. R. Oldenbourg-Verlag, München, 1973.
[2] *Hänisch, W., u. a.*: Digitale Systeme. Franzis-Verlag, München, 1973.
[3] *Bellis, F. A., Brookhart, M. R.*: An Error Correcting System for a Multichannel Digital Audio Recorder. AES Preprint No. 1298 (M-2), 1977.
[4] *Hessenmüller, H.*: Digitale Tonsignalübertragung. Der Fernmelde-Ingenieur, 32. Jg., Heft 11, 1978.

Stichworte zum Inhalt
Paritätskontrolle, Blocksicherung, zyklischer Code, Faltungscode, Codespreizung, Interpolationsverfahren.

ESSCIRC '81

Technik von übermorgen

Die European Solid State Circuits Conference (ESSCIRC) hat Tradition: Sie fand bereits zum siebten Mal statt. Unter Fachleuten gilt sie als die bedeutendste europäische Halbleiterkonferenz schlechthin. Ihre Attraktivität drückt sich unter anderem darin aus, daß selbst Vortragende aus den USA und Japan den Weg nach Freiburg fanden. Die interessantesten Referate und Ergebnisse sollen nachfolgend vorgestellt werden.

Die Holzplastik auf dem Vorplatz der Universität Freiburg (*Bild 1*) sollte sicherlich nicht die Tagung symbolisieren, obgleich das Tagungsschild unmittelbar davor aufgebaut war: Hier ging es weder um künstliche Unordnung noch um gewaltige Gedankensplitter. Wenn Kritik angebracht ist, dann allenfalls an den Randerscheinungen: Tageslichtfolien mit unleserlich kleiner Schrift, Schaltungsdiagramme mit nicht erkennbaren Details, Verstärkeranlagen mit Mikrofonieeffekten, zu schnell sprechende Redner – das waren nur einige der Kümmernisse. Die Konferenz wurde von rund 250 Wissenschaftlern besucht (*Bild 2*). Hier einige besonders interessante Ergebnisse:

Ein IC für den Telefon-Apparat

Von AEG-Telefunken wurde ein integrierter Schaltkreis vorgestellt (*Bild 3*), der in Telefonen eingesetzt werden soll. Er enthält einen Lautsprecher-Verstärker mit 32 dB Verstärkung, einen Mikrofonverstärker mit 38 dB Verstärkung, einen Sendeverstärker mit 13 dB Verstärkung sowie ein Entdämpfungsnetzwerk mit Verstärker auf der Empfangsseite, mit welchem die Leitungsverluste kompensiert werden können. Die Verlustleistung des ICs wird mit 300 mW bei 100 mA Speisestrom angegeben. Die gesamten harmonischen Verzerrungen liegen unter 1 %, bezogen auf einen Sende- und Empfangspegel von −10 dBm.

Die Verstärkungen sowohl des Mikrofonverstärkers als auch des Empfangsverstärkers sind naturgemäß leitungsabhängig. Es können bis zu 5 km überbrückt werden. Wie aus dem Blockdiagramm ersichtlich, wird die Gegentakt-Endstufe des Lautsprecherverstärkers extern beschaltet (mit den Transistoren BC 369/BC 368). Der Lautsprecher kann so zusätzlich auch zu Ruftonübertragung herangezogen werden.

Mit einem besonderen Schaltungskniff wird der BC 369 auch als Begrenzer für die 3-V-Referenzspannung benutzt. Er vermindert zu hohen Strom auf der Versorgungsleitung und kann auf diese Weise bis zu max. 300 mW Verlustleistung vom Chip übernehmen.

Der Chip selbst ist in Bipolar-Technik aufgebaut. Die Chipfläche beträgt knapp 10 mm², die ganze Schaltung ist in einem 18-Pin-Dual-Inline-Gehäuse untergebracht.

Eine neue Familie von Josephson-Elementen

Das IBM-Laboratorium in Zürich-Rüschlikon meldete weitere Fortschritte in der Entwicklung von Josephson-Schaltelementen, mit deren Hilfe der Aufbau von logischen Schaltungen extrem hoher Arbeitsgeschwindigkeit einen weiteren Schritt nähergerückt ist. Grundlage ist ein sogenanntes MAIL-Element, das vor mehreren Jahren an der Universität Karlsruhe entwickelt wurde (MAIL = Magnetically coupled asymmetric interferometer logic).

Bei den neuen IBM-Elementen werden jeweils zwei Josephson-Übergänge unterschiedlicher Größe (asymmetrisch) zusammengefaßt und mit einer Brücke in Form eines hochgelegten Steges miteinander verbunden. Sie wirkt als Induktivität. Auf dem Steg liegt die Leiterbahn der Steuerleitung und quer dazu, auf der Grundfläche, die Leiterbahn der Stromversorgung. Mit Anordnungen dieser Art, von der

Bild 1. Nicht nur Gedankenspäne auf der ESSCIRC – obwohl die Holzplastik vor der Freiburger Universität dies suggerieren könnte

Bild 2. Rund 250 Tagungsteilnehmer folgten den Referaten – leider blieben die potentiellen Anwender aus der Industrie aus

IBM eine „Familie" mit unterschiedlichem Aufbau entwickelt hat, läßt sich der Grundflächenbedarf verringern. Die Packungsdichte kann um den Faktor 3 erhöht werden.

Berechnungen haben ergeben, daß sich in der neuen Technik AND- und OR-Schaltungen aufbauen lassen, bei denen mit einer 2,5-µm-Geometrie die folgenden Werte zu erwarten sind: Gate-Verzögerung 25 ps, Verlustleistung pro Gate 5 µW und ein Leistung/Verzögerungs-Produkt, das um den Faktor 1000 günstiger ist als bei vergleichbaren Silizium- oder Galliumarsenid-Gates. Bei früheren Versuchen wurden bereits mit Josephson-Elementen Schaltgeschwindigkeiten von 10 ps erzielt. Theoretisch lassen sich damit größere Prozessoren mit einer Zykluszeit in der Nähe von 1 ns aufbauen.

Nach den vorliegenden Laborberichten scheinen die von IBM weiterentwickelten MAIL-Elemente die erste für die Großproduktion von Josephon-ICs brauchbare Lösung zu bieten. Das Schwellenspannungsverhalten mit sehr steil verlaufender Kennlinie bietet klar definiertes Schaltverhalten und größere Unabhängigkeit von Schwankungen der Steuerspannung. Der verringerte Grundflächenbedarf läßt wirtschaftlich vertretbare Fabrikationsbedingungen erwarten.

ICs für das digitale Telefon

Von Siemens wurde der Stand der Arbeiten an einer integrierbaren Version der für die Anpassung vom (analogen) Telefon an das künftige digitale Telefonnetz erforderlichen Interface-Schaltkreise dargelegt. Dabei handelt es sich im wesentlichen um den Codec für die A/D- bzw. D/A-Wandlung, das PCM-Übertragungsfilter zur Begrenzung des Sprachspektrums sowie den sog. SLIC (Subscriber Line Interface Circuit), mit dem die Spannungsversorgung des Endgerätes sichergestellt werden soll, der die Rufspannung erzeugt, die Ablage des Handapparates überwacht sowie letztlich die 2-Draht/4-Draht-Gabel realisieren muß (*Bild 4*).

Telefon-Codecs verwenden keine lineare Quantisierungskurve: Die einzelnen Schritte werden um so größer, je mehr die Signalamplitude steigt. Diese Kompandierungsmethode sorgt dafür, daß über einen weiten Dynamikumfang das Quantisierungsgeräusch annähernd konstant ist. Darüber hinaus wird bei sehr kleinen Pegeln die Auflösung verbessert, was auf das Nebensprechen einen günstigen Einfluß hat. Rein theoretisch folgt damit die Codierungscharakteristik einer Logarithmuskurve. Auf diese Weise kann man mit einem 8-Bit-PCM-Wort praktisch die Auflösung einer Linearcodierung mit 12 Bit erzielen.

Ein solcher Codec birgt das Problem, daß man eine komplexe digitale Logik einerseits mit einer hochpräzisen analogen Schaltkreistechnik andererseits vereinen muß. Während man den Logikteil am besten in NMOS- oder CMOS-Technik realisiert, bietet sich für die Analogschaltkreise eigentlich nur die bipolare Technik an. Siemens hat daher eine 2-Chip-Codec-Version entwickelt, wobei beide Chips in einem einzigen Gehäuse montiert sind.

Das digitale PCM-Filter wurde als Rekursiv-Filter realisiert. Dieses sind im Prinzip RC-Netzwerke mit im Takt geschalteten Kondensatoren. Die Genauigkeit der Filterkurve hängt von der Genauigkeit der Kondensatoren ab: Die Absolutwerte bewegen sich auf dem Schaltkreis zwischen 1 und 100 pF bei Genauigkeiten von besser als 0,1 %.

Schwierigster Baustein ist der SLIC, der an Schaltungsentwickler eine Herausforderung darstellt, weil hier höchst unterschiedliche Forderungen realisiert werden müssen. Die Batteriespannung kann bis zu 60 V betragen, der Überspannungsschutz muß Blitzspannungen von bis zu 1000 V „töten" und gleichzeitig eventuell induzierte 50-Hz-Spannungen von Energiekabeln unterdrücken. Die 2-Draht/4-Draht-Gabel müßte elektronisch durch eine Wheatstonesche Brücke mit hoher Genauigkeit ersetzt werden. Für jedes dieser Einzelprobleme ließe sich eine Halbleiter-Lösung finden – das Problem liegt in der Kombination aller dieser Forderungen. Siemens hat einen

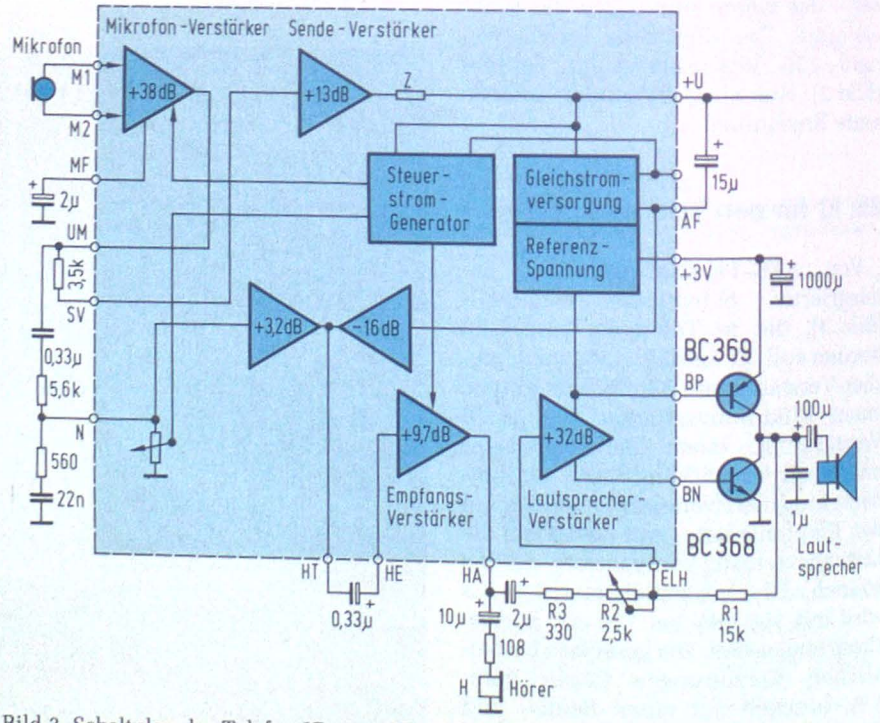


Bild 3. Schaltplan des Telefon-ICs von AEG-Telefunken. An den Lautsprecher sollen etwa 30 mW bei einer Signalspannung von 2,5 V_S abgegeben werden

monolithischen SLIC realisiert, wobei der Überspannungsschutz mit externen Bauteilen realisiert wurde. Die FUNKSCHAU wird auf diese Schaltungen im nächsten Telefon-Schwerpunktheft noch einmal zurückkommen.

Zwei Teilnehmer auf einer Leitung

Aus dem Zentrallabor der belgischen ITT wurde ein 1-Chip-Trägerfrequenz-Modem in bipolarer Technologie vorgestellt, mit dessen Hilfe man auf einer Fernsprechleitung ein zusätzliches Trägerfrequenz-Gespräch übertragen kann. Auf dem Chip ist eine komplette Regelung untergebracht, mit der unterschiedlich lange Teilnehmerleitungen entdämpft und entzerrt werden. Bei aufgelegtem Handapparat zieht das Modem einen Strom von nur 0,7 mA, der im Betrieb auf 8 mA steigt. Die automatische Verstärkungsregelung hat einen Bereich von 50 dB, was einer überbrückbaren Entfernung von 10 km entspricht. Der Übertragungsweg vom Teilnehmer zur Vermittlung benutzt die Trägerfrequenz von 28 kHz, in der umgekehrten Richtung sind es 64 kHz.

Der „Biphone-IC" (BIC) genannte Chip wird bei der belgischen Post eingesetzt. Er enthält etwa 100 Transistoren, wurde in einer 6-µm-Technik entwickelt und mißt 1,7 mm × 2,9 mm. Die Chips selbst wurden übrigens bei Intermetall in Freiburg realisiert.

Ein dynamisches 100-ns-256-K-RAM

Großes Interesse fand einer der letzten Vorträge der Tagung über einen schnellen 256-K-Speicher, der in einem 16-Pin-DIP-Gehäuse untergebracht ist. Er wurde gemeinsam von Nippon Electric (NEC) und der Nippon Telegraph and Telephone (NTT) entwickelt. Um die hohe Geschwindigkeit zu erzielen, wurde der Chip in Molybdän-Gate-Technologie auf Polysilizium realisiert. Die einzelne Zellengröße beträgt 6,25 µm × 11,5 µm. Die Zellenkapazität im Polysilizium beträgt 35 fF, was durch eine erhebliche Verringerung der Oxid-Schicht auf 0,02 µm erreicht wurde. Die Chipgröße selbst liegt bei 4 mm × 8,6 mm.

Der Chip ist intern organisiert als 2 × 128-K-RAM. 256 Reihen stehen 1024 Spalten gegenüber. Weitere Daten: Zugriffszeit 100 ns, Verlustleistung 300 mW, im Standby-Betrieb 20 mW.

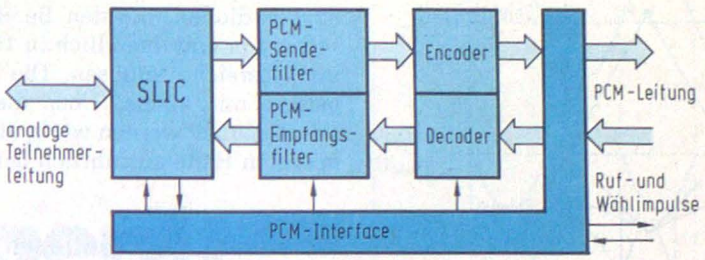


Bild 4. Grundbausteine für die Anpassung eines (analog sprechenden) Fernsprechteilnehmers an eine digitale PCM-Leitung. Der schwierigste Baustein ist der SLIC, der Subscriber Line Interface Circuit: Hier stoßen teilweise sich widersprechende Forderungen aufeinander

Der Chip arbeitet mit einer 5-V-Stromversorgung und ist in 1,5-µm-Technik ausgeführt.

Noch während der Konferenz wurde bekannt, daß im IBM-Forschungslabor Essex Junction ein 288-K-RAM hergestellt worden ist. Dieser Speicher ist vermutlich als 4 × 72-K-RAM organisiert. IBM scheint gegenwärtig aber keine Absicht zu haben, diesen Chip in Serie zu fertigen.

Hingegen hat die japanische OKI Electric Industry Company die Bemusterung von 256-K-RAMs angekündigt. Das unter der Bezeichnung MSM 37256 erhältliche IC ist zu 1 × 256 K organisiert, weitere 6 KBit stehen als Redundanz zur Verfügung. Auch OKI nennt eine Zugriffszeit von 100 ns und eine Zykluszeit von 200 ns – womit man deutlich schneller wäre als die 270 ns des NEC-Chips. Die Verlustleistungen bewegen sich in der gleichen Größenordnung wie bei NEC. Die Serienproduktion soll erst 1983 anlaufen; zunächst werden Muster nur an ausgesuchte Kunden abgegeben. Bis zur Aufnahme der Massenproduktion (1984?) will man die Zugriffszeit noch unter 80 ns senken.

Ein Helligkeit/Frequenz-Wandler

Die Universität Erlangen-Nürnberg führte den Entwurf eines neuen Sensorprinzips vor, mit dem man Lichtintensität in Frequenz umwandeln kann. Solche Wandler lassen sich in Belichtungsmessern, bei Lichtsteuerungen und in der Solarstrom-Überwachung verwenden. Der relativ einfache Schaltungsaufbau (*Bild 5*) arbeitet über einen Helligkeitsumfang von sechs Dekaden. Der monolitische Schaltkreis wurde in PMOS-Technik aufgebaut. Die Chipgröße beträgt nur 1,2 mm × 1,4 mm und die Verlustleistung rund

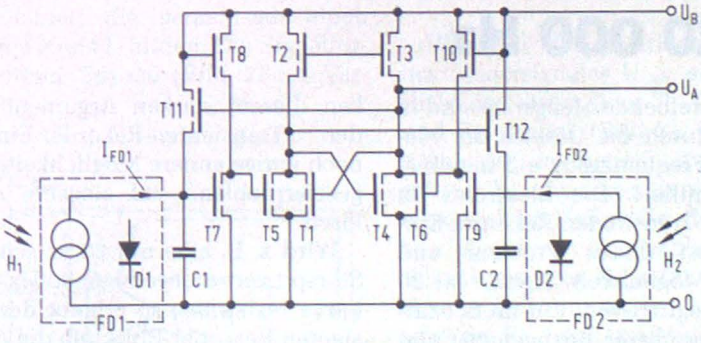


Bild 5. Grundschaltbild eines Helligkeit/Frequenz-Konverters. Die Kondensatoren C1 und C2 werden durch die Transistoren T11 und T12 aufgeladen und durch den von der Fotodiode FD1 bzw. FD2 abgegebenen Fotostrom wieder entladen. Die Fotoströme hängen von der Helligkeit ab. Die Entladung läuft so lange, bis das Flipflop durch die Transistoren T7 oder T9 geschaltet wird. Die Frequenz läßt sich aus den einzelnen Bezugsgrößen rückrechnen

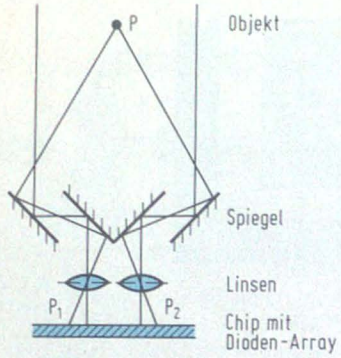


Bild 6. Grundschema des optischen Entfernungsmeßsystems von Siemens: Je nach Objektentfernung wandern die Bildpunkte P1 und P2 auf einem Array von 52 Fotodioden hin und her. Die jeweilige Lage wird elektronisch ausgewertet

70 mW. Die Ausgangsfrequenz variiert – abhängig von der Helligkeit – zwischen 0,3 Hz und 400 kHz.

Automatische Entfernungseinstellung für Kameras

Aus dem Forschungslabor von Siemens schließlich kam der Vorschlag für ein rein passiv arbeitendes System für die automatische Entfernungseinstellung (Schärfeeinstellung) bei Kameras (*Bild 6*). Es enthält keine bewegten Teile und benötigt auch keinen (Ultraschall-)Hilfsgenerator: Es arbeitet rein digital mit einer Anordnung von 52 Fotodioden, die den Bereich zwischen 1 m und unendlich in 15 Entfernungsbereiche auflösen. Die Meßzeit beträgt nur 20 ms. Über diese Forschungsarbeit werden wir in einem der nächsten Hefte ausführlich berichten.

Wo waren die potentiellen Kunden?

In einem Gespräch mit Dr. K. U. Stein, dem Chairman der diesjährigen Tagung und Mit-Initiator dieser europäischen Konferenz-Serie, wurde die Frage aufgeworfen, warum von den Industriefirmen (die ja letztlich von solchen Ideen profitieren sollen) so wenige Teilnehmer gekommen waren. Auf vergleichbaren amerikanischen Tagungen stellen die Geräteentwickler aus der Industrie mindestens ein Drittel des Tagungspublikums: Sie holen sich hier ihre Anregungen, steuern auch Entwicklungen mit und legen die Zeiten für die Fertigstellung fest.

Dieser Dialog fehlt noch auf der ESSCIRC. Es wäre der Tagung zu wünschen, daß in einem Jahr in Brüssel mehr Entwickler aus der Anwendungstechnik dabeisind. Klaus H. Knapp

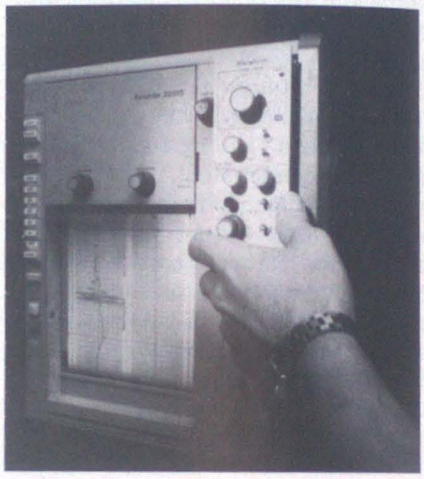
Stichworte zum Inhalt
IC für den Telefonapparat, neue Josephson-Elemente, ICs für das PCM-Telefon, 1-Kanal-Trägerfrequenz-IC, 256-K-RAM, Helligkeit/Frequenz-Wandler, Autofocus-System

Schnellschreiber bis 20 000 Hz

Direktschreibende Meßgeräte sind in der Regel durch die Gesetze der Mechanik im Frequenzgang auf maximal 160 Hz limitiert. Die Elektronik in Form eines Transienten-Rekorder-Einschubes löst dieses Problem und schafft die Möglichkeit, Signale bis 20 kHz (!) zu registrieren. Ein im Schriftbild extrem sauberer, hochgenauer und vor allem billiger Schrieb ist die Folge. Ein Meter Papier kostet pro Kanal und Meter 15 Pfennige. Der Anschaffungspreis des Schreibers mit Transienten-Rekorder-Einschub hat sich im Vergleich zum UV-Schreiber, selbst bei nur mittlerem Papierverbrauch, bereits nach einigen Monaten amortisiert. Neben diesem starken Argument bietet der Transienten-Rekorder-Einschub noch einige andere Möglichkeiten, Registrierprobleme auf elegante Art zu lösen.

Wird z. B. eine mit 20 µs schnellen Störspitzen verunreinigte 60-Hz-Sinuskurve registriert, so erlaubt der Transienten-Rekorder-Einschub die Aufzeichnung der Störspitzen mit kurzzeitigem quasi-vervielfachtem Papiervorschub und nachfolgender automatischer Rückschaltung auf Realtime-Betrieb (*Bild*).

Sporadisch auftretende Störungen an Systemen lassen sich ohne Bedienungspersonal vollautomatsch in Langzeitaufzeichnung registrieren, ohne daß dabei große Mengen Papier verbraucht werden. Dies ist durch ein spezielles Triggerteil im Transienten-Rekorder-Einschub möglich, das neben einem Triggerfenster mit zwei unabhängig voneinander einstellbaren Triggerpegelen über einen stufenweise zuschaltbaren Pre-Trigger sowie ein Triggerdelay verfügt. Die Triggerpegel lassen sich über die gesamte Schreibbreite variabel einstellen. Die Handbedienung ermöglicht bei Testversuchen die Aufnahme eines Signals in den Speicher, das dann beliebig oft mit veränderten Papiervorschubgeschwindigkeiten ausgegeben werden kann. Ta.



Diacs triggern Triacs

Eine Ansteuerung von Triacs läßt sich auf einfachste Art durch einen Diac erreichen. Der Phasenanschnitt wird dabei synchron über die Netzfrequenz durch eine RC-Kombination und den Diac realisiert.

Unter der Bezeichnung N413 fertigt NEC eine Reihe derartiger Trigger-Dioden im DO-35-Gehäuse. Die Durchbruchspannung kann zwischen 26 und 40 V in drei Bereichen gewählt werden: 26...32 V (N413L), 29...37 V (N413M) und 34...40 V (N413N). Für kritischere Applikationen steht der Typ N413MS mit einer Durchbruchspannung von 32 V ± 2 V zur Verfügung. Die Diacs zeichnen sich durch gutes Symmetrieverhalten und niedrigen Durchbruchstrom (maximal 50 µA) aus. Ra.

Herbert Sax

HiFi im Fernsehgerät

Anspruch oder Wirklichkeit 1. Teil

Seit sich in den Marketing-Abteilungen der deutschen TV-Geräte-Produzenten die durchaus verkaufsfördernde Erkenntnis durchsetzte, daß die subjetkive Qualität eines Fernseh-Bildes auch von einem „guten Ton" mit beeinflußt wird, ist in der jüngsten Vergangenheit zu diesem Thema einiges unternommen worden. Als Schritt in die richtige Richtung hierzu ist, um auch einen Einblick in den aktuellen Status zu geben, die Einführung des Quasi-Paralleltons auf der Hf- und eine höhere Ausgangsleistung sowie verbesserte Lautsprecher auf der Nf-Seite zu nennen.

Ziel dieses Beitrages ist es, dem Entwickler in der Industrie, aber auch dem Hobbybastler aufzuzeigen, wie er angesichts einer sich ständig ausbreitenden Bauelemente-Integration den ihm verbleibenden Spielraum in Schaltungstechnologie und Optimierung auf der Nf-Leistungsverstärkerseite optimal nutzen kann. Es werden allgemein vorkommende als auch fernsehspezifische Probleme wie Klirrfaktor-Störsignaleinstreuung – Netzteilbelastung behandelt und Lösungsvorschläge in Form konkreter Schaltungsbeispiele dazu unterbreitet.

Aufbaubedingte Fehler...

Beim Entwurf von Nf-Endstufen, ob in diskreter oder integrierter Form, stellen sich häufig Probleme wie Störspannung, Oszillation oder Klirrfaktor ein, die die Übertragungsqualität beeinträchtigen. Ursache hierfür sind selten, wenn auch oft beschuldigt, die aktiven Bauelemente oder das zufällig verwendete IC, sondern ein ungünstiger Schaltungsaufbau, dessen Auswirkung zwar häufig nicht hörbar, aber auf dem steinigen Weg zur DIN 45 500 ein beträchtliches Hindernis darstellen.

Viele stehen diesen „hausgemachten Phänomenen" hilflos gegenüber, was sich zumeist in ziellosem Herumprobieren äußert und mit einem mehr oder weniger zufriedenstellenden Zufallsergebnis endet, oft weit entfernt von einem möglichen Optimum.

...und ihre Vermeidung durch Erkenntnis von Ursache und Wirkung

Betrachten wir nun zu Beginn die wichtigsten physikalischen Zusammenhänge am Beispiel bekannter Schaltungskonfigurationen. *Bild 1* zeigt hierzu eine unsymmetrische Nf-Endstufe, aufgebaut mit einem operationsverstärker-ähnlichen IC, wie es häufig zu finden ist. In der Schaltung sind zwei Hauptstromkreise I_1 und I_2 eingezeichnet, die gemeinsam einen weiteren Kreis I_3 bilden. Die Signalformen dieser Ströme *(Bild 2)* im Vergleich zur Steuerspannung U_{Gen} bilden den Schlüssel zum Verständnis der Probleme in ihren vielfältigen Erscheinungsformen.

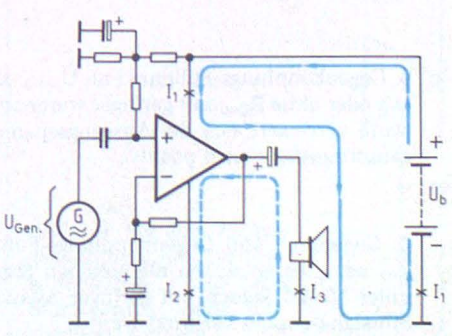


Bild 1. Unsymmetrische Standard-Nf-IC-Endstufe mit den Hauptstromkreisen I1, I2, I3

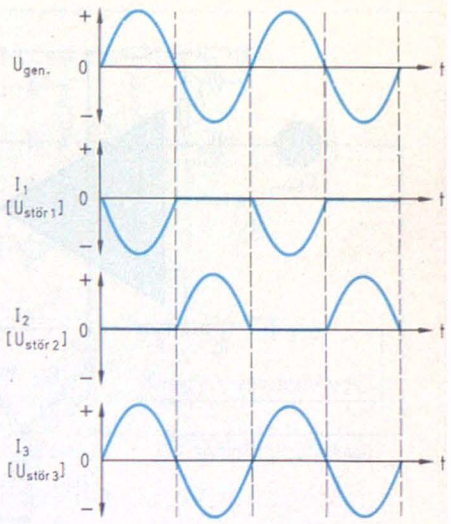


Bild 2. Kurvenverlauf der Hauptstromkreise in Anhängigkeit der Generatorspannung

Forscht man allgemein nach den tieferen Ursachen einer Störgröße, so ist sie häufig, wie auch im vorliegenden Fall, bei der Masse zu finden, und zwar in der Gestalt, daß es sie im eigentlichen Sinne gar nicht gibt, denn sie besteht in Wirklichkeit aus einem Netzwerk vieler niederohmiger Widerstände.

Übertragen in ein neues Schaltbild *(Bild 3)* bedeutet dies, daß sich, auf welchen Umwegen auch immer, die Fußpunkte von IC, Lautsprecher und Versorgungsspannung über die Leitungswiderstände $R_{L1/2/3}$ sternförmig in einem gemeinsamen Fußpunkt treffen, den wir Bezugsmasse nennen wollen.

Während der positiven Halbwelle des Steuersignales U_{Gen}, siehe Bild 2, fließt der Strom über T_1, C_k, R_{Last}, R_{L3} und R_{L1} zurück (Bild 3). Von der Bezugsmasse aus betrachtet entsteht somit an R_{L1} eine negative und an R_{L3} eine positive Halbwelle. Für das negative Signal von U_{Gen} schließt sich der Stromkreis über R_{Last}, C_k, T_2, R_{L2} und R_{L3}, so daß nun an R_{L2} eine positive und an R_{L3} eine negative Halbwelle ansteht.

Besonders hervorzuheben ist, daß der Kurvenverlauf der Spannungsabfälle an R_{L1} und R_{L2} nicht mehr dem Steuersignal U_{Gen} entspricht; es entsteht durch die halbwellenspezifische Stromverteilung eine Art Gleichrichtereffekt.

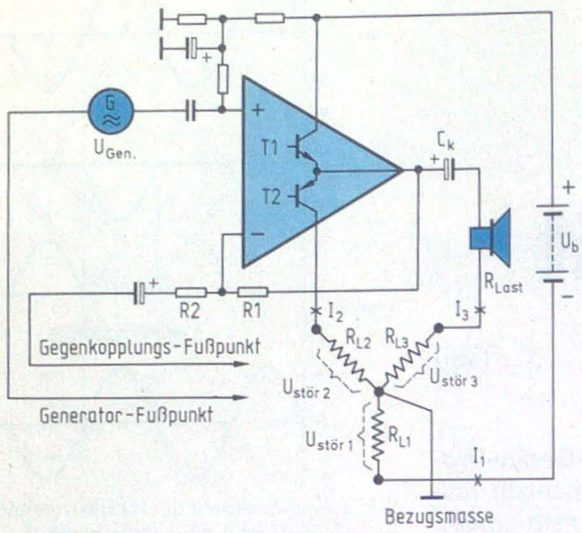


Bild 3. Alle drei Hauptstromkreise treffen sich mit ihren Zuleitungswiderständen R_L sternförmig in einem imaginären Punkt, der die Bezugsmasse bildet. Auf dieses Grundmodell kann jede Schaltung nach Bild 1 zurückgeführt werden

Bezugsmasse = neutraler Punkt

Die eigentlichen Schwierigkeiten entstehen dadurch, daß außer den drei Leistungs-Massepunkten, wie Bild 3 zeigt, noch ein Generator- und ein Gegenkopplungsfußpunkt existieren, wodurch sich die Frage stellt, wo nun diese richtigerweise zu erden seien. Als Antwort und Lösung hierzu ist die Bezugsmasse zu nennen, die einen neutralen Punkt bildet, auf den sich alle Störpotentiale (U_1, U_2 / U_3) unverkoppelt aufbauen.

Wird einer der beiden Eingangsfußpunkte nicht an der Bezugsmasse, sondern an einen der Leitungswiderstände R_L angeschlossen, so addiert sich deren Störpotential ($U_{Stör}$) auf Nutz- oder Gegenkopplungssignal und wird mit ihm verstärkt. Welche Auswirkungen dies hat, zeigt das folgende Beispiel:

Der Gegenkopplungsfußpunkt ist auf der Bezugsmasse, der Generatorfußpunkt an $U_{Stör1}$. Wie Bild 2 zeigt, ist $U_{Stör1}$ bei der positiven Generatorhalbwelle negativ und subtrahiert sich somit von ihr. Hierdurch reduziert sich das wirksame Summensignal am nichtinvertierenden Eingang des ICs, die Ausgangsamplitude sinkt. Bei der negativen Generatorhalbwelle ist $U_{Stör1}$ Null, das Generatorsignal wird ungedämpft übertragen.

Eine derartige Verzerrung des Ausgangssignales, bei dem die positive Halbwelle niedriger als die negative ist, ruft einen als K_2 meßbaren Klirrfaktor hervor. Solange die Verzerrung unter 1% liegt, ist dieser Effekt optisch mittels eines Oszilloskops auch für ein geübtes Auge nur schwer festzustellen, wohl aber meßbar.

Will man $U_{Stör}$ als Klirrfaktor-Ursache nachweisen, besteht die Möglichkeit, den Lastwiderstand während der Messung abzuklemmen. Hierdurch werden alle Ströme ($I_{1/2/3}$) und damit die Störspannungen zu Null. Verändert sich die Kurvenform der Lastspannung am Oszilloskop von schwach unsymmetrisch zu symmetrisch, wobei sich der Klirrfaktor zugleich drastisch reduziert, ist $U_{Stör}$ mit Sicherheit die Ursache.

Weitere wichtige Beispiele, die sich aus anderen Kombinationsmöglichkeiten ergeben, bei denen sich U_{Gen} und $U_{Stör}$ addieren bzw. subtrahieren, sind in *Bild 4* aufgeführt. Außer den sieben angeführten Beispielen gibt es naturgemäß noch eine Vielzahl weiterer Variationen, auf deren Darstellung verständlicherweise verzichtet werden muß.

1. Generator-Fußpunkt an $U_{stör\,1}$; kein Klirrfaktor, wenn $R_{Last} = \infty$; mit geringer werdendem Lastwiderstand reduziert sich die positive Halbwelle; Klirrfaktor K_2 entsteht

2. Generator-Fußpunkt an $U_{stör\,2}$; kein Klirrfaktor, wenn $R_{Last} = \infty$; mit geringer werdendem Lastwiderstand reduziert sich die negative Halbwelle; Klirrfaktor K_2 entsteht

3. Generator-Fußpunkt an $U_{stör\,3}$; kein Klirrfaktor mit oder ohne R_{Last}; mit geringer werdendem Lastwiderstand erhöht sich die Ausgangsspannung. Die Ausgangsimpedanz wird negativ

4. Gegenkopplungs-Fußpunkt an $U_{stör\,1}$; kein Klirrfaktor, wenn $R_{Last} = \infty$; mit geringer werdendem Lastwiderstand steigt die positive Halbwelle; Klirrfaktor K_2 entsteht

5. Gegenkopplungs-Fußpunkt an $U_{Stör\,2}$; kein Klirrfaktor, wenn $R_{Last} = \infty$; mit geringer werdendem Lastwiderstand steigt die negative Halbwelle; Klirrfaktor K2 entsteht

6. Gegenkopplungs-Fußpunkt an $U_{stör\,3}$; kein Klirrfaktor mit oder ohne R_{Last}; mit geringer werdendem Lastwiderstand verringert sich die Ausgangsspannung. Die Ausgangsimpedanz wird positiv

7. Generator- und Gegenkopplungs-Fußpunkt an $U_{stör\,1\cdots2}$ od. $_3$; es entstehen die gleichen Signalformen wie unter 1/2/4/5 jedoch mit geringer Auswirkung, da die Störsignale nicht verstärkt werden

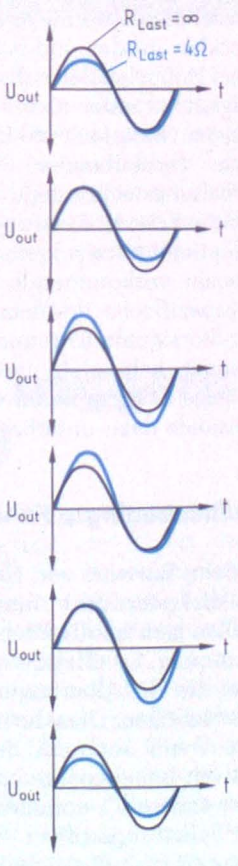


Bild 4. Die sieben häufigsten Fehlermöglichkeiten mit ihren Auswirkungen, wenn die Eingangsfußpunkte nicht an der Bezugsmasse angeschlossen werden

Herbert Sax (Jahrgang 1947) schloß seine Ausbildung als Radio- und Fernsehtechniker mit der Meisterprüfung ab. Von 1970 bis 1978 war er bei Körting in Grassau zunächst als Schaltungsentwickler im Labor für HiFi-Rundfunktechnik und dann als Gruppenleiter der Grundlagenentwicklung im Rundfunklabor tätig. Seit 1978 ist er Leiter des Applikationslabors bei SGS-Ates.

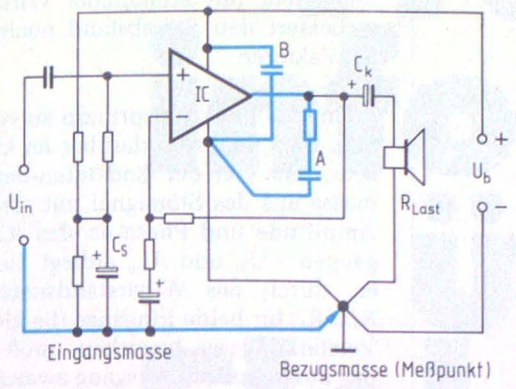


Bild 5. So werden Vorstufenmasse, Boucherot-Glied und Abblockkondensator richtig plaziert

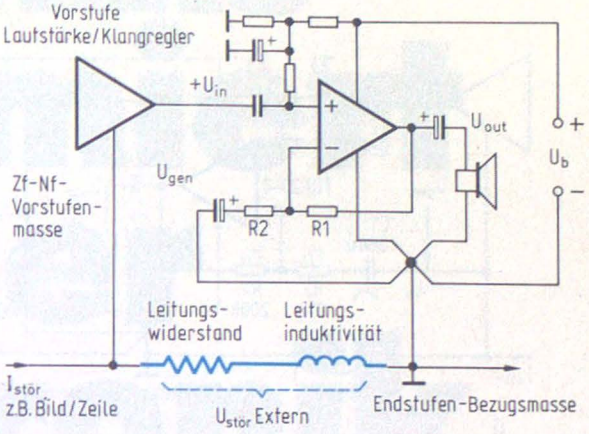


Bild 6. Das Störpotential zwischen der Vorstufen- und der Endstufenmasse schaltet sich in Serie zum Nutzsignal und wird mitverstärkt

Um die entstehenden Effekte zu erfassen und ihre Auswirkungen richtig einordnen zu können, ist es nach Erfahrung des Autors sinnvoll, sich einen Versuchsaufbau nach Bild 3 zu erstellen,womit die in der Tabelle angeführten Beispiele auf einfache Weise simuliert werden können. Der Nutzen dieser Vorgangsweise erklärt sich schon daraus, daß die dabei gewonnenen theoretischen und praktischen Erkenntnisse – werden sie bei einem Layout-Entwurf einer Nf-Endstufe konsequent angewandt – nachträglich viel Zeit und Mühe ersparen.

Wie muß nun ein optimales Layout aussehen?

Überträgt man die bisherigen Erkenntnisse in ein neues Schaltbild, so entsteht eine Konfiguration, wie sie in *Bild 5* dargestellt ist. Wichig ist, daß die Eingangsmasse dort angeschlossen wird, wo sich die drei Leitungsmassen IC, R_{Last} und $-V_s$ treffen. Dabei ist nicht erforderlich, daß Gegenkopplungs- und Generatormasse getrennt zum Bezugspunkt geführt werden. Zu ihm sollte auch der Siebelko des Mittenspannungsteilers C_s führen, damit auf diesem Wege keine zusätzliche Störspannung in den Eingang eingeschleust wird.

Was noch zu beachten ist

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Stabilität der Schaltung gegenüber Schwingneigung. Besonders großen Einfluß hierauf haben das Boucherot-Glied A und der Abblockkondensator B. Sie sollten möglichst nahe am IC placiert werden. Auf keinen Fall darf das Boucherot-Glied, wie es häufig zu sehen ist, nach dem Koppelelko C_K angeschlossen werden.

Auch die Art der verwendeten Bauteile hat einen Einfluß auf die Stabilität der Schaltung. Bei Keramik- und Halbleiterkondensatoren muß man auf Temperaturkoeffizient und Tangens-Delta achten. Bei Folienkondensatoren spielt die Wicklungsinduktivität eine Rolle.

Externe Einstreuung und die Folgen

Bisher wurden Probleme behandelt, die im Zusammenhang mit einem ungünstigen Layout entstehen. Leider sind dies bei der Entwicklung eines Nf-Teiles besonders in einem TV-Empfänger nicht die einzigen Schwierigkeiten, denn parasitäre Ströme von Bild- und Zeilenablenkung sowie das Störfeld des Schaltnetzteiles bewirken eine weitere Qualitätsbeeinträchtigung.

Die eingangs aufgestellte Behauptung, daß es eigentlich keine Masse gibt, bewahrheitet sich hier auf recht drastische Weise. Denn häufig ist aus konstruktiven Gründen nicht zu vermeiden, daß der Steuergenerator in Gestalt eines Lautstärke-Klangregel-ICs räumlich von der Nf-Endstufe getrennt ist. Unvermeidlich entsteht daher zwischen der Endstufen-Bezugsmasse und dem Generatorfußpunkt durch Spannungsabfälle und induktive Einstreuung ein erhebliches Störpotential ($U_{Stör\ extern}$). Dieses Störpotential, in

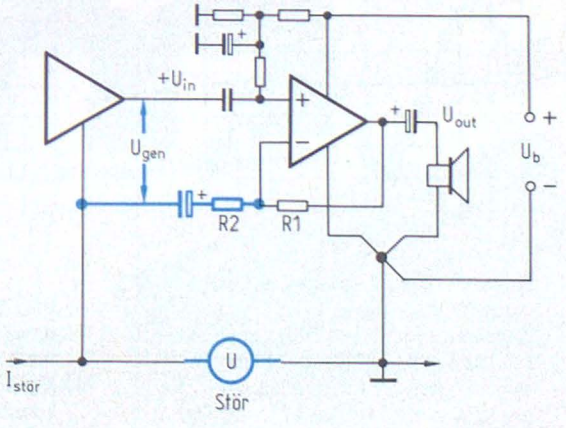
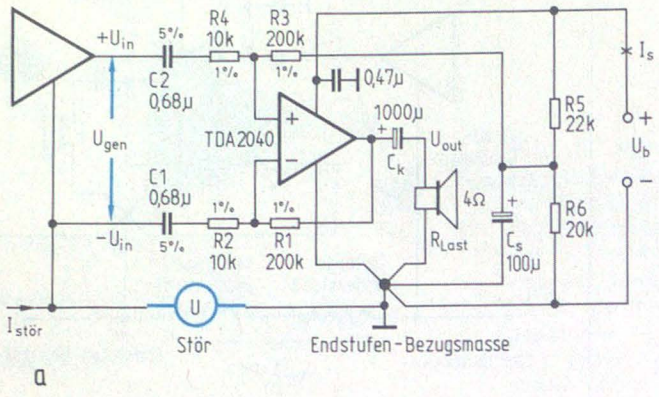


Bild 7. Erdet man die Gegenkopplung an der Vorstufenmasse, wird das Störpotential nicht mitverstärkt, sondern nur 1:1 auf den Ausgang übertragen



a

Bild 8a. Praktischer Schaltungsvorschlag einer Endstufe, mit der die Störspannung zwischen Vor- und Endstufenmasse voll unterdrückt werden kann

Bild 6 dargestellt, liegt in Serie zur Generatorspannung und gelangt somit ebenfalls zum IC-Eingang, wo es gemeinsam mit dem Nutzsignal im Verhältnis $\frac{R_1 + R_2}{R_2}$ mit verstärkt wird.

Verminderung der Einstreuung

Ein Weg, das Mitverstärken des Störsignales zu vermeiden, besteht darin, den Gegenkopplungsfußpunkt nicht, wie in Bild 6 gezeigt, an der Endstufen-Bezugsmasse anzuschließen, sondern am Massepunkt des Generators *(Bild 7)*.

Für das Nutzsignal und dessen Verstärkungsberechnung entsteht durch diese Maßnahme keine Veränderung. $U_{out\ nutz}$ bleibt somit $U_{Gen} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2}$

Durch die Verlegung des Gegenkopplungsfußpunktes wird jedoch die Störspannung im Unterschied zu Bild 6 auch in den nichtinvertierenden Zweig eingekoppelt und mit negativem Vorzeichen verstärkt. Dies bewirkt eine Teilauslöschung des Störsignales, das somit nur noch um den Faktor

$\frac{R_1 + R_2}{R_2} - \frac{R_1}{R_2} = 1$ am Endstufenausgang erscheint. Durch diesen relativ einfachen Schaltungstrick ist bereits eine erhebliche Verbesserung des Störspannungsabstandes zu erreichen.

Beseitigung der Einstreuung

Eine weitere Schaltungsänderung, äußerlich geringfügig, wie *Bild 8a* zeigt, aber mit erheblicher Wirkung, verbessert den Störabstand nochmals um Faktoren.

Um das Funktionsprinzip zu verstehen, muß man sich darüber im klaren sein, daß von der Endstufen-Bezugsmasse aus das Störsignal mit gleicher Amplitude und Phase an den IC-Eingängen $+U_{in}$ und $-U_{in}$ anliegt. Gelingt es, durch das Widerstandsnetzwerk $R_1 \ldots R_4$, für beide Eingänge die gleiche Verstärkung zu bewirken, muß sich das Störsignal am Ausgang zwangsläufig auslöschen, da ja die Eingänge gegenphasig zueinander steuern. Ruft man sich nochmals die vorausgegangene Schaltung Bild 7 in Erinnerung, so ist die Verstärkung für den invertierenden Eingang $\frac{R_1}{R_2}$ und für den nichtinvertierenden Eingang $1 + \frac{R_1}{R_2}$ also um den Faktor 1+ höher. Um das Ziel einer gleichen Verstärkungswirkung für beide Eingänge zu erreichen, ist es demzufolge erforderlich, dem nichtinvertierenden Eingang einen Spannungsteiler (R_3/R_4) vorzuschalten, der den Faktor 1+ aufhebt. Die Bedingung ist dann erfüllt, wenn $\frac{R_1}{R_2}$ gleich $\frac{R_3}{R_4}$ ist. Es errechnet sich somit:

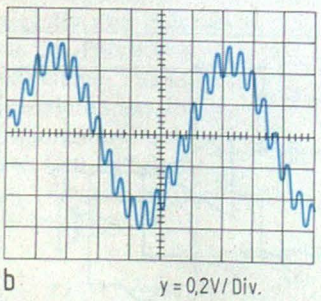
$$U_{out\ Nutz} = U_{gen} \cdot \frac{R_3 \cdot (R_1 + R_2)}{(R_3 + R_4) \cdot R_2} \quad ;$$

$$U_{out\ Stör} = U_{Stör} \frac{R_3 \cdot (R_1 + R_2)}{(R_3 + R_4) \cdot R_2} - \frac{R_1}{R_2} \quad .$$

Eine einfachere, ebenfalls gültige Erklärung ist, daß das Störsignal an den IC-Eingängen im Gleichtakt anliegt und somit keine Steuerwirkung hervorruft.

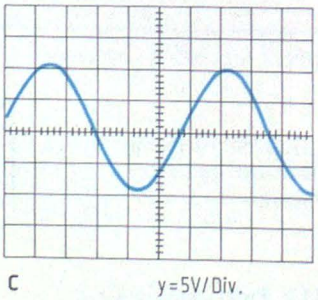
Gegenüber einer konventionellen Endstufenschaltung, wie in Bild 1 gezeigt, ist lediglich ein zusätzlicher Widerstand (R_4) erforderlich, da der Spannungsteiler-Fußpunktwiderstand R_3 des nichtinvertierenden Eingangs zugleich die Mittenspannung einkoppelt.

Werden die Toleranzen der Widerstände $R_1 \ldots R_4$ und der Kondensatoren C_1/C_2 klein gehalten, ist eine hohe Störunterdrückung zu erzielen. Wie gut sie sein kann, zeigen die Oszillogramme *(Bild 8b und c)*. *(Schluß folgt)*



b y = 0,2V/Div.

Bild 8b. Oszillogramm eines Generatorsignales (1 kHz, 1 V_{ss}) dem ein künstliches Störsignal (15 kHz, 0,2 V_{ss}) überlagert wurde, gemessen zwischen Bezugsmasse und $+U_{in}$



c y = 5V/Div.

Bild 8c. Das Ausgangspotential über R_{Last} gemessen. Es ist nur noch das verstärkte Generatorsignal zu sehen. $U_{stör}$ ist vollkommen unterdrückt

Revolution im Farbfernsehgerät:

Total digital

Am Rande der Internationalen Funkausstellung in Berlin stellte die ITT Intermetall, Freiburg, Fachleuten aus aller Welt ihr Konzept für ein digitalisiertes Farbfernsehgerät vor. Mit sechs Chips, wovon die zentrale Steuerschaltung u. a. eine µC-Architektur des Typs 8049 enthält, läßt sich ein Gerätekonzept verwirklichen, das nach überschlägigen Berechnungen für einen Pal-Fernsehempfänger mit Fernbedienung ca. 360 Einzelbauelemente einspart.

Was auf einer Pressekonferenz im Sommer dieses Jahres von anderer Seite bereits angedeutet wurde, führte Intermetall „live" vor: Ein digitalisiertes Farbfernsehchassis, in dem ganze Bauelemente-Berge durch wenige ICs ersetzt waren. In einem typischen Pal-Fernsehempfänger mit Fernbedienung könnte man durch einen solchen Satz hochintegrierter Schaltungen etwa zehn konventionelle ICs, 60 Einzelhalbleiter und 300 passive Bauelemente ersetzen. Weil damit nicht nur die Bestückungszeit sinkt, sondern weil man gleichzeitig die Abgleichvorgänge in Form von ROM-Speichern im Gerät selbst niederlegen könnte, ließe sich so die Herstellzeit für ein Farbfernsehgerät fast halbieren.

Schon diese Überlegung müßte die Aufmerksamkeit aller Fernsehgerätehersteller auf sich ziehen. Wir wollen mit diesem Beitrag versuchen, das Konzept zu erläutern und zu bewerten.

Was digitalisiert wird

Eines muß man zunächst festhalten: Der Mensch sieht und hört „analog". Wenn von einem digitalisierten Fernsehgerät gesprochen wird, dann sind hier nur Teilfunktionen gemeint (*Bild 1*). In das Gerät läuft von der Antenne letztlich ein analog gesendetes Fernsehsignal hinein, das mit Sicherheit in absehbarer Zeit nicht geändert wird. Aus dem Gerät heraus müssen ein sichtbares Bild und ein hörbarer Ton kommen, so daß als Digitalisierungsbereiche der Bild- und Tonkanal zwischen dem Demodulator einerseits und dem Audio-Leistungsverstärker bzw. der RGB-Stufe andererseits in Frage kommen.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt schließt sich eine digitale Signalverarbeitung im Zf-Verstärker aus. Die Zwischenfrequenz liegt mit rund 40 MHz zwar im Bereich des technisch Machbaren, entsprechend schnelle A/D-Wandler mit 8 Bit Auflösung sind aber heute viel zu teuer.

Folglich wird die Umsetzung von der analogen auf die digitale Ebene erst hinter dem Video-Demodulator vorgenommen: Hier liegt die Bandbreite bei weniger als 6 MHz. Neben den Videoinformationen und den Synchronsignalen ist hier auch noch der Tonträger (5,5 MHz beim Pal-System) enthalten. Da eine direkte digitale Demodulation mit 12 Bit erneut zu einem sehr aufwendigen A/D-Wandler geführt hätte, hat man den entsprechenden Wandler für den Tonkanal ebenfalls hinter den Tondemodulator angeordnet.

Das Intermetall-Konzept

Die Forscher in Freiburg kamen zu einem Konzept, das die digitale Signalverarbeitung im Fernsehempfänger auf insgesamt sechs ICs verteilte. Neben einer zentralen Steuerschaltung (MAA 2000) sind dies im Video-Teil der Video-Codec (MAA 2100) und der Videoprozessor (MAA 2200), ferner der Audio-Prozessor (MAA 2400) und die Ablenk-Steuerschaltung (MAA 2500). Dazu kommt noch das A/D-Interface im Tonteil (MAA 2300).

Daß für den Videoteil zwei ICs benötigen werden, hängt mit der Technologie zusammen. Der Videocodec, zuständig für die A/D- und für die D/A-Wandlung, ist in bipolarer Technologie gebaut, während der eigentliche Videoprozessor als HMOS-Schaltung realisiert wurde.

Die beiden Technologien lassen sich nur unter Schwierigkeiten zusammenbringen. Die zukünftige Lösung sieht einen Codec in HMOS-Technologie vor (*Bild 2*).

Was die einzelnen Bausteine bewirken

Um den Aufwand im Video-A/D-Wandler zu begrenzen, würde man gerne von den für notwendig erachteten 8 Bit für die Wandlung abgehen. Da jede Verringerung um nur ein Bit die Zahl der benötigten Komparatoren auf dem Chip halbiert, macht es einen ge-

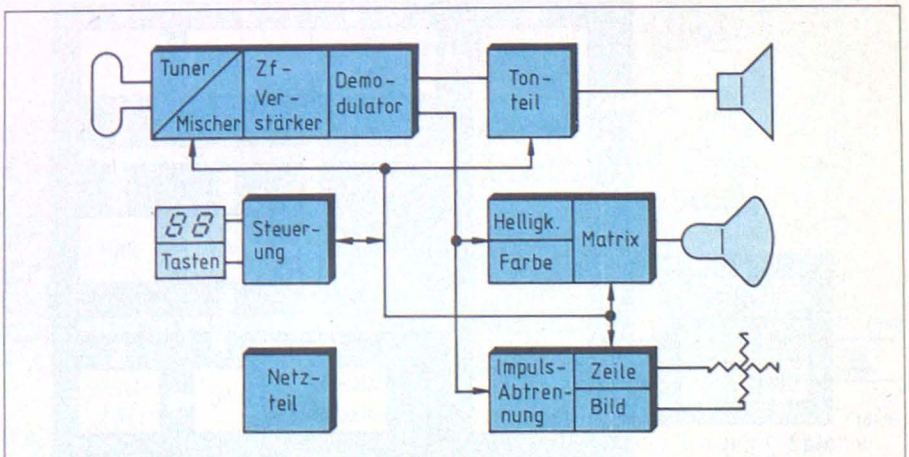


Bild 1. Wesentliche Funktionsblöcke und Informationswege in einem Farbfernsehempfänger. Die Informationsverarbeitung liegt bei den drei Prozessoren für Ton, Video und Ablenkung

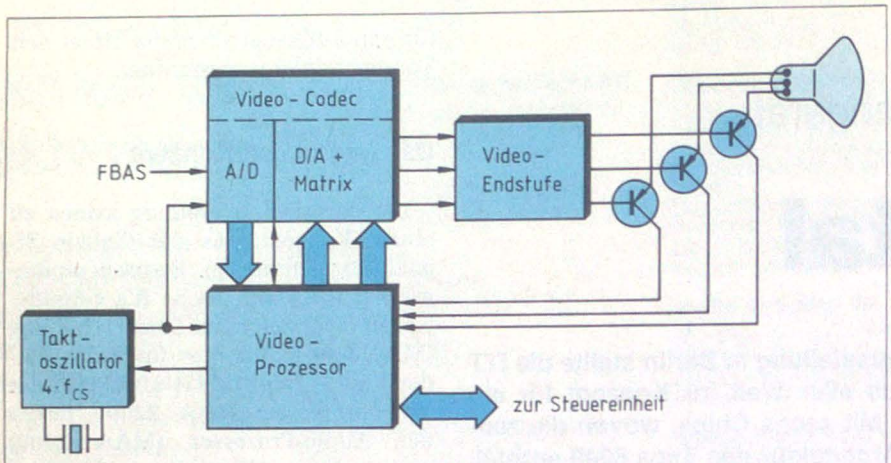


Bild 2. Videoteil des digitalen Fernsehempfängers. Der Videocodec ist in bipolarer Technik realisiert, der Videoprozessor in HMOS-Technologie. Später sollen beide Bausteine auf einem Chip vereinigt werden

waltigen Unterschied, ob man einen Wandler für 2^8 (256) oder nur 2^7 (128) Bit bauen muß.

Intermetall bedient sich eines Tricks, um 1 Bit Auflösung einsparen zu können. Man läßt kurzerhand den Grauwert zwischen zwei benachbarten Zeilen ständig definiert um einen halben Auflöseschritt hin und her schwanken. Die zwei benachbarten Grauwerte werden vom Auge gemittelt und erzeugen so den Eindruck von Grautönen mit 8 Bit Auflösung.

Der Videoprozessor hat als Hauptaufgabe die Trennung der Luminanz- und Chrominanz-Signale. Hierfür werden digitale Filter eingesetzt, die sich aus Verzögerungsgliedern, Addierern und Multiplizierern zusammensetzen. Sie arbeiten mit Taktfrequenzen von bis zu 18 MHz. Da die Frequenzcharakteristik von digitalen Filtern leicht durch die Veränderung der Taktfrequenzen eingestellt werden kann, lassen sich relativ einfach Durchlaßkurven für Pal bzw. NTSC-Signale realisieren. So kann man den Pal- und den NTSC-Decoder auf einem Chip aufbauen.

Dieses Konzept funktioniert leider nicht bei Secam, weil hier der Farbhilfsträger frequenzmoduliert ist: Dafür braucht man einen „rechnenden" Demodulator. Die Intermetall-Entwickler wollen dies Problem mit einer entsprechend adaptierten Schaltung angehen (und werden wohl heimlich dabei Secam verwünscht haben).

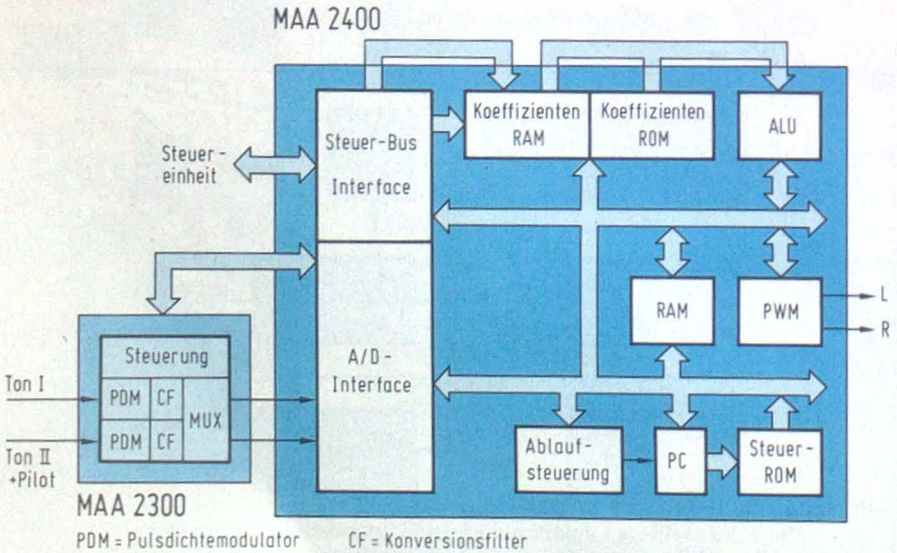


Bild 3. Tonteil des digitalen Fernsehgeräts. Der A/D-Baustein besteht aus zwei parallelen Umsetzern. Der schnelle Multiplizierer ALU arbeitet im Timesharing-Betrieb

Der Ablenkprozessor: Verantwortlich für die Synchronisation

Am Ausgang des A/D-Video-Umsetzers erhält man das (hier digitale) FBAS-Signal. In ihm sind Helligkeit und Farbart codiert sowie die Zeilen- und Bildimpulse enthalten. Der Ablenkprozessor entnimmt diesem Signal die Synchroninformation und regelt danach Frequenz und Phase der Horizontal- und Vertikalablenkung.

Gleichzeitig wird der Wert für die Schwarzwertklemmung entnommen: Die Schwarzschulter im Videoverstärker muß auf eine konstante Spannung geklemmt werden, um den Umwandlungsbereich des A/D-Umsetzers voll auszunutzen.

Der Horizontal-Ausgang des Ablenkprozessors steuert eine konventionelle Zeilenendstufe. Die Norm des jeweils empfangenen Senders errechnet der Prozessor aus dem Verhältnis der Farbhilfträgerfrequenz zur Zeilenfrequenz: Dieses beträgt beim Pal-System etwa 284 und bei NTSC-System etwa 228.

Hohe Auflösung im Tonteil erforderlich

Sowohl an den A/D-Umsetzer als auch an den digitalen Prozessor werden im Tonteil ganz andere Anforderungen gestellt als im Videoteil. Während im Videoteil die hohe Bandbreite das größte Problem darstellt, ist es im Tonteil die erforderliche große Auflösung. Für HiFi-Qualität müßte man 14 Bit ansetzen.

Der eigentliche Wandlerbaustein besteht aus zwei parallelen ΣΔ-Umsetzern (*Bild 3*). Da der Tonteil für Stereoton ausgelegt ist, muß das Pilotsignal daraufhin ausgewertet werden, ob es sich um eine monaurale, stereofone oder zweisprachige Sendung handelt.

Pilottonfilter sind in analoger Technik wegen der nötigen Stabilität teuer. In Digitaltechnik sind sie hingegen relativ einfach zu realisieren: Ihre Resonanzfrequenz hängt nämlich einzig vom quarzgesteuerten Taktsignal ab.

Für den Tonprozessor wird ein Hardware-Multiplizierer benutzt, der 16 × 8 Bit in 200 ns multipliziert und akkumuliert. Die Ablaufsteuerung des Tonprozessors ist als ROM-Struktur vorgegeben. Die beiden Ausgänge des Tonprozessors liefern pulsweitenmodulierte (PWM) Signale. Diese können entweder direkt Schaltverstärker (Klasse D) oder (nach Tiefpaßfilterung) übliche Linearverstärker ansteuern.

Die Steuereinheit: Koordinierung der Peripherie

Die Steuereinheit koordiniert Abstimm- und Anzeigefunktionen. Sie ist ein hochwirksames Interface zwischen Benutzer und Fernsehempfänger. Die Programmierbarkeit eines solchen „Steuercomputers" bietet den verschiedenen Herstellern auch die Möglichkeit, individuell gestaltete Fernsehempfänger zu produzieren. Die Steuereinheit selbst steht über einen seriellen Bus mit den Signalprozessoren in Verbindung. Sie fragt das Tastenfeld ab, multiplext die Anzeige, nimmt die Infrarotsignale der Fernbedienung entgegen und steuert die PLL-Schaltung des Tuners.

Gleichzeitig kommt ihr bei der Produktion des Fernsehempfängers eine wichtige Rolle zu: In einem integrierten EAROM, einem elektrisch veränderbaren, aber nichtflüchtigen Festwertspeicher, sind die abgleichbaren und optimalen Einstellwerte gespeichert: Das fängt bei Vorzugs-Kanälen an und hört bei individueller Einstellung wichtiger analoger Werte wie Helligkeit und Lautstärke auf. Während der Herstellung hat der Computer am Montageband über den seriellen Bus Zugriff zur Steuereinheit und damit zum EAROM.

Was an Vorteilen noch abfällt

Bei einer digitalen Signalverarbeitung im Fernsehempfänger lassen sich relativ einfach zusätzliche Wünsche erfüllen:

So könnte man beispielsweise ein flimmerfreies Bild dadurch erzielen, daß das gesamte Bild gespeichert und mit einer höheren Bildwechselfrequenz aus dem Speicher wieder ausgegeben wird. Auf diese Weise könnte die Bildwechselfrequenz 75 Hz oder mehr betragen, wobei dann das Flimmern vom Auge nicht mehr wahrgenommen wird. Allerdings würde das Speichern eines vollen Bildes selbst bei redundanzfreier Codierung eine Kapazität von mehr als 1 MBit erforderlich machen.

Die automatische Kompensation von Geisterbildern läßt sich mit verhältnismäßig einfachen Mitteln realisieren. Hier wurden allerdings insbesondere von den Japanern (Matsushita, Toshiba) bereits (analoge) Chipentwürfe vorgetragen, die ein nahezu vollständiges Eliminieren der (oft selbst durch eine gute Antenne nicht vermeidbaren) Echos möglich macht.

Die *Bilder* 4 und 5 lassen erkennen, auf welchen Bauteile-Aufwand ein digitalisiertes Fernsehgerät zusammenschrumpft. In Bild 5 sieht man in der unteren Baugruppe den Sektor mit der digitalen Signalverarbeitung; er ist in *Bild 6* getrennt herausgehoben. *Bild 7* wiederum zeigt einen Ausschnitt daraus: Die verwendete Lochplatte zeigt deutlich, daß es sich hier noch um ein Studienobjekt und nicht um eine Serienproduktion handelt.

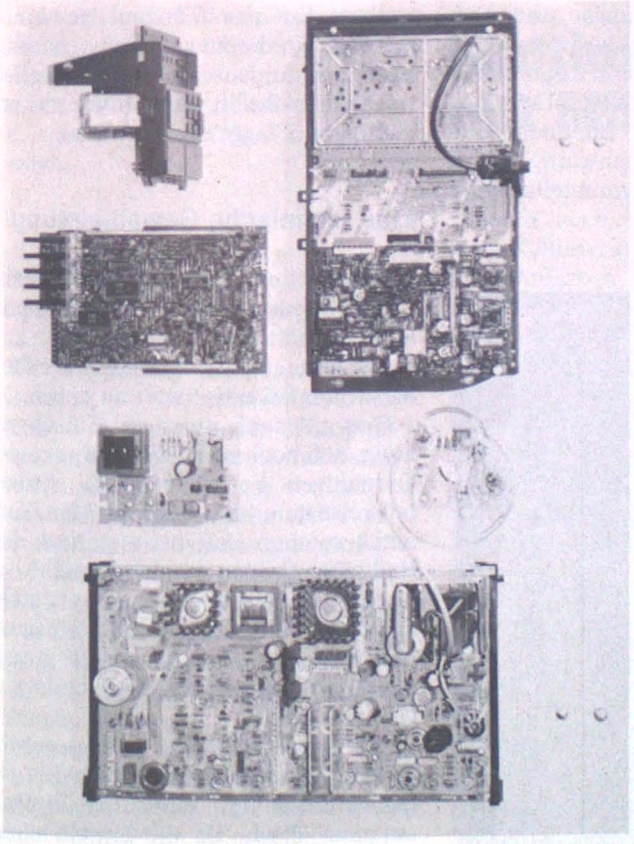


Bild 4. „Klassischer" Aufbau des Signalteils für ein Farbfernsehgerät (Alle Fotos: Kp.)

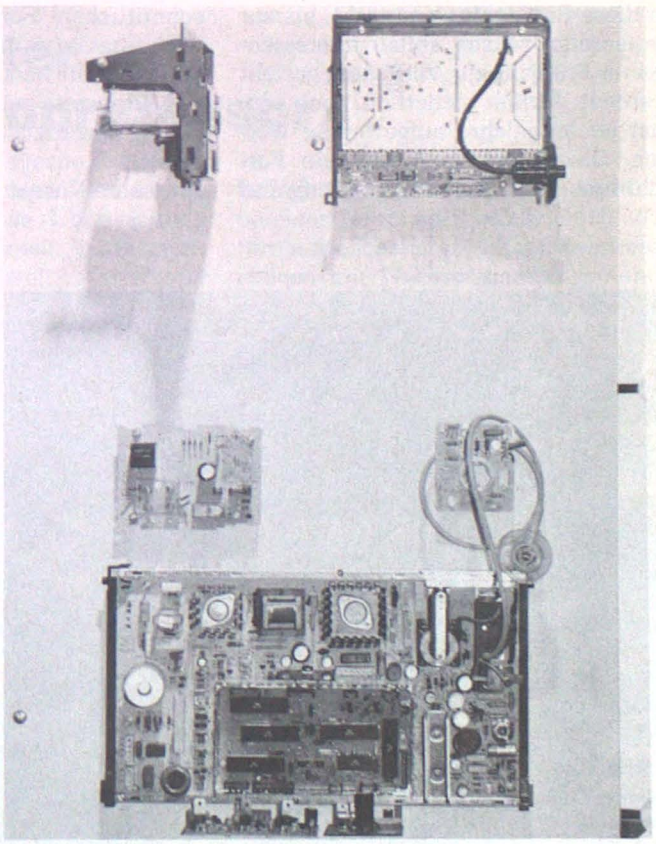


Bild 5. Was man bei der „Digitalisierung" sparen kann, zeigt dieses Bild drastisch: Oben rechts ist der Tuner zu erkennen, unten in der Bildmitte sieht man – eingesetzt in die Platine – die Baugruppe mit den sechs ICs, die für die digitale Signalverarbeitung sorgen

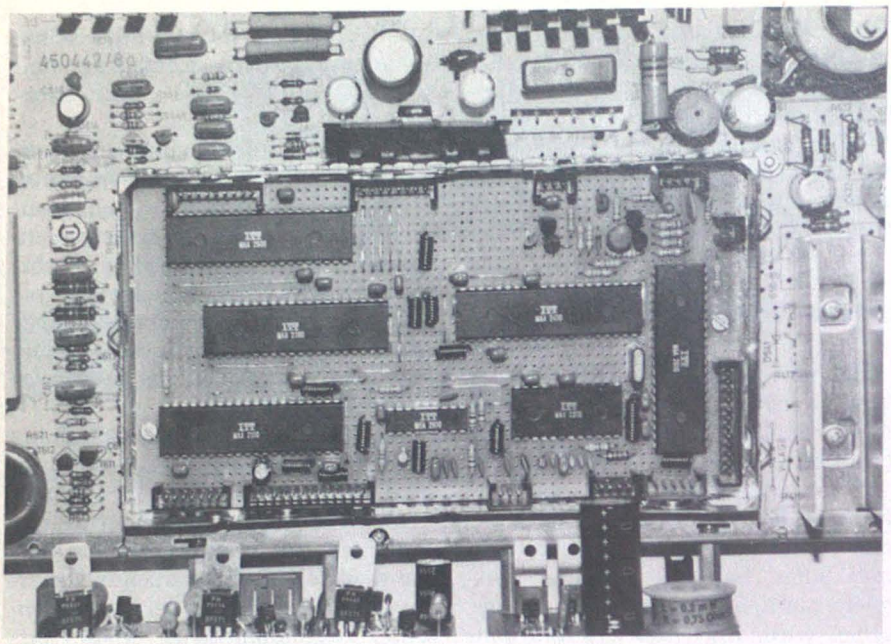


Bild 6. Hier sind Details der realisierten digitalen Signalverarbeitung durch ITT Intermetall zu sehen

Wirtschaftliche Überlegungen werden den Ausschlag geben

Rund 130 Mannjahre hat Intermetall in diese Entwicklung gesteckt, bis zur Serienreife (Muster sollen Interessenten im Frühjahr zur Verfügung gestellt werden) dürften sicherlich noch einmal 60 Mannjahre aufgewendet werden. Daraus errechnet sich ein Forschungs- und Entwicklungsaufwand von insgesamt weit mehr als 20 Mio. DM.

Zieht man einmal die Angaben von Elektronik-Firmen über ihren durchschnittlichen Forschungs- und Entwicklungsaufwand in bezug auf den Jahresumsatz heran, dann liegen gängige Mittelwerte bei etwa 8 %. Geht man weiter davon aus, daß Intermetall mit seinem Konzept gegenwärtig einen Hardware-Vorsprung von vielleicht 18 Monaten gegenüber Mitbewerbern hat, dann müßte das Unternehmen einen Mindestumsatz von 20 Mio. DM geteilt durch 0,08 = 240 Mio. DM während des Zeitvorsprunges von 18 Monaten sowie des darauf folgenden Jahres mit diesen Chips machen: Das entspricht einem Jahresumsatz von 100 Mio. DM.

Eine Kernfrage für mögliche Anwender wird sein, zu welchem Preis der Chipsatz abgegeben werden kann. Eine oberflächliche Abschätzung der davon betroffenen Bauteile ergibt einen Grenzkosten-Preis von unter 50 DM. Da die Erfahrung zeigt, daß eine aufkommende neue Technologie die bisherigen Lieferanten zu neuen Taten beflügelt (was sich in sinkenden Preisen ausdrückt), dürfte sich der tatsächlich erzielbare Preis wohl eher um die 40 DM herum bewegen.

Mit diesem Wert und einem geschätzten „Pflicht-Umsatz" von 100 Mio. DM müßten mithin pro Jahr rund 2,5 Mio. Fernsehgeräte mit Intermetal-Chips ausgerüstet werden. Das sind etwa dreimal soviel, wie sie im ITT-Konzern selbst benötigt werden. Man wird daher einen oder zwei der ganz Großen unter den Farbgeräteherstellern für das Konzept gewinnen müssen. Wo der zu suchen ist, darüber kann im Augenblick nur spekuliert werden: In Berlin sprach man davon, daß Sony „Flagge" gezeigt habe.

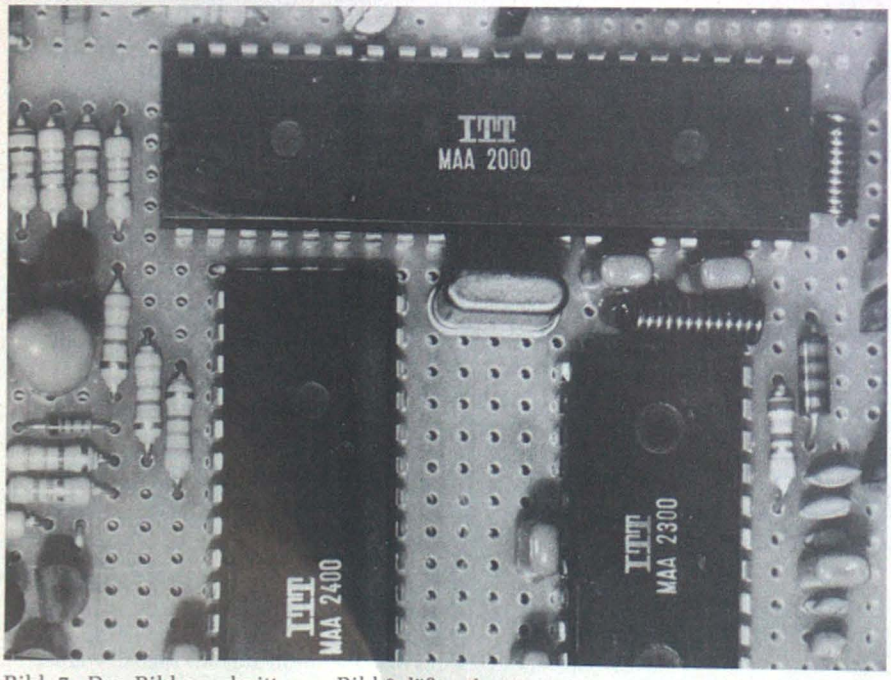


Bild 7. Der Bildausschnitt aus Bild 6 läßt erkennen, daß es sich hier noch um eine Konzeptphase handelt und nicht um serienproduzierte Bausteine

Eine technische Gewaltleistung

Unbestritten in der ganzen Branche – auch bei den Mitbewerbern im Halbleitergeschäft – ist die technische Leistung, ein solches Konzept wirklich hardwaremäßig realisiert zu haben.

Dies gilt auch unter der Einschränkung, daß noch nicht alle Chips in der endgültigen Form vorliegen (sprich: teilweise simuliert wurden). Man hätte einen solchen Entwurf eher von den Halbleiter-Größen in der Branche erwartet, die einerseits mit Lob nicht sparen, andererseits sich aber hinsichtlich ihrer eigenen Pläne bedeckt zeigen. Dabei spielen folgende Überlegungen eine Rolle:

Auf dem Gebiet der Schwarzweiß-Geräte liegen mittlerweile für die Signalverarbeitung Ein-Chip-Lösungen auf dem Tisch. Da die Kosten eines Chips in der Serienfertigung überproportional zu den verwendeten Siliziumflächen steigen, ist eine Senkung der Chipzahl ein Gebot der Stunde. In einer Branche, die ihre Bauteile nach Zehntelpfennigen berechnet, werden

Technologiesprünge nach vorne nur dann angenommen, wenn sie auch mit Preisvorteilen verbunden sind.

Der heute repräsentierte Stand der Fertigungstechnik läßt vermuten, daß Intermetall seine Chips in einer 3-µm-Technologie aufgebaut hat. In dieser Technik sind mit vertretbarem Aufwand Chipgrößen bis zu 25 oder 30 mm² realisierbar. Damit repräsentiert das ITT-Bauteilekonzept eine Gesamtfläche von 150 bis 200 mm² Silizium. Um kostendeckend auf die erwähnten Preisrelationen einsteigen zu können, dürften die Chipflächen insgesamt noch zu hoch liegen.

Eine Verkleinerung der gesamten Siliziumflächen läßt sich entweder durch Zusammenlegen von Chips erreichen (was im Falle der Videoverarbeitung heute noch technologische Schwierigkeiten macht) oder durch eine Verringerung der Leiterbreiten – z. B. auf 2 µm. Eine solche Technik ist aber im Augenblick in Großserie nicht auf dem Markt.

Möglich, daß das endgültige Konzept einmal drei Chips in 2-µm-Technologie vorsieht: Das dürfte dann vermutlich den tatsächlichen Durchbruch bringen. Hier darf die Spekulation erlaubt sein, daß die beiden Mitbewerber Philips und Siemens vermutlich solche Konzepte in der Schublade haben, die sicher sogar im Labor simuliert werden.

Bausteinkonzept gegen integrierte Lösung

Die von Intermetall vorgeschlagene Lösung ist ein weitgehend integriertes Konzept: Von der Steuer-CPU einmal abgesehen, sind die Bausteine miteinander mehr oder weniger verflochten. Diese Lösung setzt voraus, daß sich in der Produktion mindestens eine Second Source findet, die mit den gleichen Masken ICs fertigt. Kein Hersteller in der Welt könnte sich den Luxus leisten, bei solchen Schlüsselbausteinen von einem einzigen Lieferanten abhängig zu sein.

Alternative Konzepte könnten vorsehen, drei Bausteine mit definierten Aufgabenbereichen und exakt festgelegten Nahtstellen zu schaffen – sozusagen die analogen Bauteile schrittweise zu ersetzen. Hier würden sich ein Video- und ein Audioprozessor sowie ein Ablenkbaustein anbieten – jeder für sich allein funktionsfähig und gegen die Analoglösung austauschbar.

Evolution oder Revolution?

Ein volldigitalisierter Farbfernsehempfänger zieht mit Sicherheit in der Fertigung wesentliche Änderungen nach sich. Hierfür müßte man wohl eine neue Fabrik „auf die grüne Wiese" setzen. In dem Maße, in dem die alten (analogen) Geräte zurückgenommen werden, könnten die digitalen auf den anderen Bändern hochgefahren werden.

Daß dies in den Fabriken eine völlig veränderte Prüftechnik, in den Werkstätten und beim Handel eine völlige Abkehr von der bisherigen Servicetechnik bedeuten würde, sei am Rande vermerkt. Möglich, daß hier die Hersteller einer schrittweisen Einführung den Vorzug geben würden: Erst einmal Synchronisation und Ablenkung, dann den Audioprozessor, schließlich den Videoprozessor.

Eines ist sicher: Eine Reparatur defekter Platinen würde eine völlig veränderte und vor allem aufwendige Werkstattausrüstung erfordern. Wem das zuviel ist, dem bleibt nur die Lösung: Platine austauschen und nicht selbst reparieren. Hier wird es noch viele Diskussionen geben.

Und noch eines steht fest: Durch die technische Leistung, die in dem ITT-Konzept liegt, sind Amerikaner und Japaner erst so richtig wach geworden. Und wie die Redaktion die Japaner kennt, werden die jetzt sicher mit staatlicher Hilfe und höchster Priorität versuchen, kurzfristig ein eigenes Konzept aus dem Boden zu stampfen. Die Stunde Null für das Farbfernsehen der 80er Jahre hat bereits geschlagen.

Klaus H. Knapp

Literatur

Fischer, Th.: Fernsehen wird digital. Elektronik 1981, Heft 16, S. 27 ff.).

Stichworte zum Inhalt

Digitales Farbfernsehchassis, Videocodec, Videoprozessor, Audioprozessor, Ablenk-Steuerschaltung, flimmerfreies Fernsehbild, Kompensation von Geisterbildern.

Multimeter mit Mikroprozessor

Nicht nur einfachere Bedienung, sondern auch interne Überwachung und Kalibrierung sowie mathematische Aufgaben für weitere wertvolle Meßaufgaben zu lösen gestattet der 8035-Mikroprozessor im Multimeter PM 2521 von Philips, wie es im *Bild* gezeigt ist. Das 4½stellige Meßgerät bietet die vertrauten Meßbereiche für Strom, Spannung, Widerstand und Temperatur (Pt 100) mit einer Auflösung von 10 µV, 1 nA, 10 mΩ beziehungsweise 0,1°C, jedoch mit einem Anzeigeumfang von ±21 000; die maximale Gleichspannungs-Abweichung beträgt 0,03%. Die abschaltbare Meßbereichs-Automatik erfaßt auch die Strom-Meßbereiche. Effektivwertmessungen mit Wechselspannungs-Kopplung für Spannung und Strom bis 10 A sind weitere Details.

Neu ist die Möglichkeit, mit einem Multimeter auch Frequenzen bis 10 MHz und Zeitintervalle bis 100 000 s messen zu können; Triggerflanke und -pegel sind dabei frei wählbar.

Nach jedem Einschalten des PM 2521 übernimmt das Prozessorsystem eine Eigenkalibrierung, die nach jeweils 256 Messungen wiederholt wird. Sie sorgt für hohe Nullpunktkonstanz und Linearität, deren Grundlage eine werksseitig bei der Kalibrierung intern abgespeicherte „Korrekturtabelle" ist. Rekalibrierung ist erst nach jeweils einem Jahr erforderlich. Die Rechenkapazität des Mikroprozessors ermöglicht unter anderem auch Relativmessungen – etwa für Einzelteil-Sortierungen. Ein digitales Filter sorgt für Unterdrückung von Kurzzeitschwankungen, ohne die Anzeige eines festgestellten Meßwert-Trends zu beeinträchtigen.

HPS

Klaus Mangold

Die Turbo-Modulation

Turbo-Modulation nennt Sony sein Verfahren zur aktiven Bildschärfenverbesserung. Bei diesem Verfahren wird der Elektronenstrahl in der Bildröhre nicht mit konstanter Geschwindigkeit von links nach rechts geführt, sondern an harten Kontrastübergängen verzögert bzw. beschleunigt. Über ein Elektrodenpaar in der Bildröhre erfolgt die Beeinflussung der Schreibgeschwindigkeit des Elektronenstrahls durch statische Ablenkung im Takt der Schwarz/Weiß-Übergänge des Videosignals. Die Entstehung der Grauzone zwischen einem Weiß-nach-Schwarz-Übergang wird durch kurze Verzögerung des Schreibstrahls am Ende der Weißzone verhindert. Im umgekehrten Fall wird beim Schwarz-nach-Weiß-Übergang durch kurzzeitige Beschleunigung des Schreibstrahls die sonst auftretende Grauzone umgangen.

Der schaltungstechnische Aufwand ist bei der Turbo-Modulation niedrig. Die Steuerung mittels Zusatzelektroden ist beim Trinitron-System dank der Beeinflußbarkeit aller drei Elektronenstrahlen in einem Punkt ebenfalls einfach. Die einzige bei dieser Bildröhre benötigte Elektronenlinse (Magna-Fokus-Linse) wird lediglich diagonal geteilt (*Bild 1*). Zwischen den beiden Teilen können die Turbo-Impulse angelegt werden.

Die Verbesserung des Bildschärfen-Eindruckes ist eines der Ziele bei der Weiterentwicklung von Fernsehbildröhren. Es scheint jedoch, daß man heute bei der Vakuum-Bildröhre an einer Grenze angelangt ist. Wird ein Fernsehbildschirm dunkelgesteuert oder hellgesteuert, so ist der Begriff der Bildschärfe ohne Bedeutung. Werden jedoch Bilder übertragen, können – je nach Bildinhalt – Schwarz und Weiß unmittelbar benachbarte Bildstellen sein. Man spricht von einem Schwarz-Weiß-Sprung, der einem Video-Signalsprung von maximalem Niveau auf minimales Niveau entspricht.

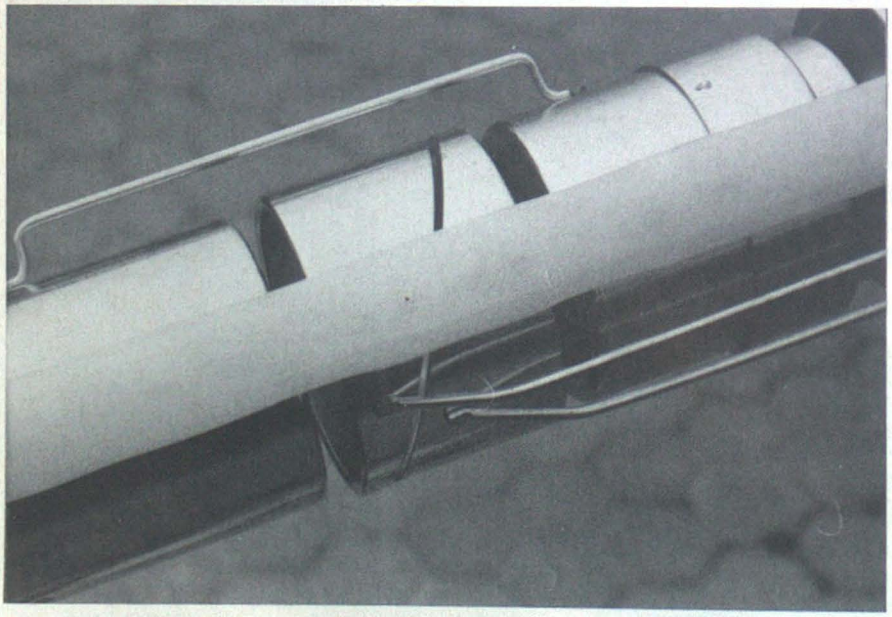


Bild 1. Diagonale Teilung der Fokus-Elektrode. Über die beiden Anschlüsse werden zusätzlich die Turboimpulse zugeführt (Foto: H. Härtelt)

Es ist nicht möglich, einen Strahl, der eben noch mit voller Intensität strahlte, abrupt auf die Intensität Null zu bringen. Er benötigt dazu eine bestimmte Zeit, während der er aber von der Ablenkung weitergeführt wird und einen (wenn auch sehr kleinen) in der Intensität abnehmenden Helligkeits-Übergang schreibt. Gelingt es jedoch, den Strahl exakt in dem Moment, in dem seine Intensität von Maximal auf Null (also das Bild von Weiß auf Schwarz) gebracht werden soll, für einen kurzen Moment zu verzögern, bzw. von Null auf Maximal (also das Bild von Schwarz auf Weiß), für einen kurzen Moment zu beschleunigen, so ist das Problem umgangen.

Aktive Bildschärfenverbesserung

Eine Zeile dauert bei der CCIR-Norm 64 µs. Innerhalb einer solchen Zeile gibt es sowohl Punkte voller Intensität wie auch solche der Intensität Null, sowie sämtliche Zwischenwerte.

Nehmen wir an, wir wollen wie im *Bild 2* einen senkrechten schwarzen Balken in der Mitte des Bildschirms abbilden. Der allmähliche Helligkeitsübergang ist dann darauf zurückzuführen, daß der Elektronenstrahl nicht, wie es der Video-Signalverlauf eigentlich vorschreibt, unmittelbar von maximaler Intensität (Weiß) auf Nullintensität (Schwarz) übergehen kann. Im Übergangsgebiet erfolgt seitens des Elektronenstrahls weiterer Elektronenbeschuß auf den Bildschirm, obwohl das Videosignal das Steuergitter zum Sperren veranlaßt.

Kann jedoch der Strahl vor dem Übergang noch für kurze Zeit verweilen, anstatt von der Horizontalablenkung mit konstanter Zeilenschreibgeschwindigkeit weitergeführt zu werden, so tritt die unerwünschte Übergangszone nicht in Erscheinung.

Der Turbo-Modulator

Um die Schreibgeschwindigkeit des Strahls an den Signalsprüngen jeweils beeinflussen zu können, bedarf es eines Signals, das sich eben von jenen Signalsprüngen ableitet. Es ist gegeben durch das Y-Signal (Luminanz-Signal). In *Bild 3* ist der Signalweg für die Turbo-Modulation dargestellt. Das Luminanzsignal wird abgegriffen und dem Turbo-Modulator (Strahlenge-

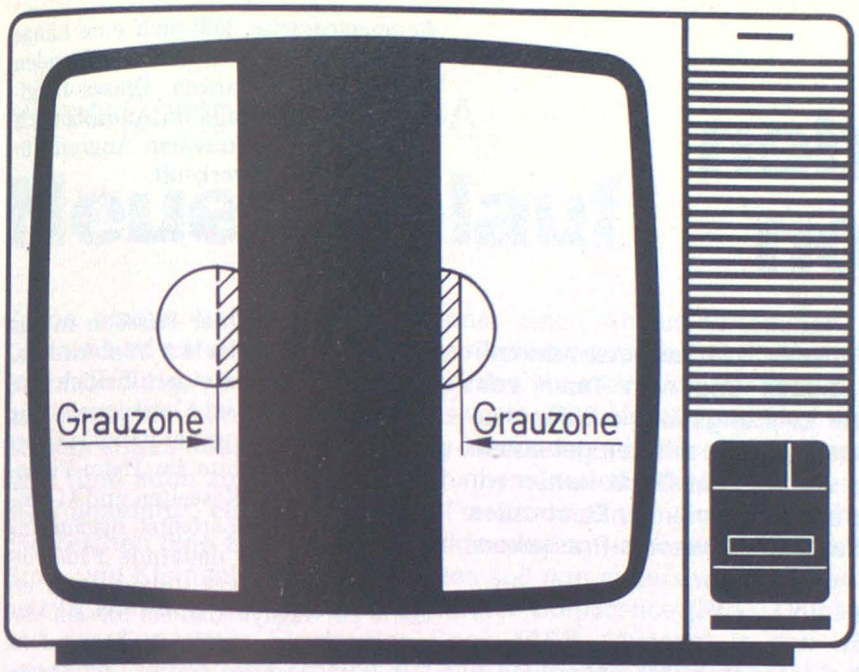


Bild 2. Bei einem senkrechten schwarzen Balken auf dem Bildschirm liegen Punkte voller Leuchtintensität direkt neben inaktiven. An den Grenzen erfolgt der Übergang jedoch nicht abrupt; es entstehen Grauwerte. Bei Verwendung der Turbo-Modulation des Elektronenstrahls verringert sich die Breite der Grauzonen und eine Erhöhung der Bildschärfe tritt ein

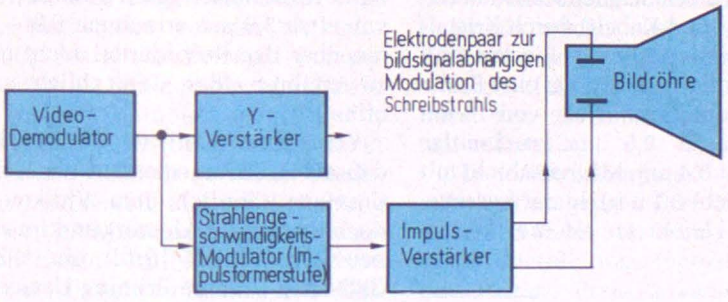


Bild 3. Aus dem Y-Signal wird die Information gewonnen, ob eine Verzögerung oder Beschleunigung des Schreibstrahls zu erfolgen hat

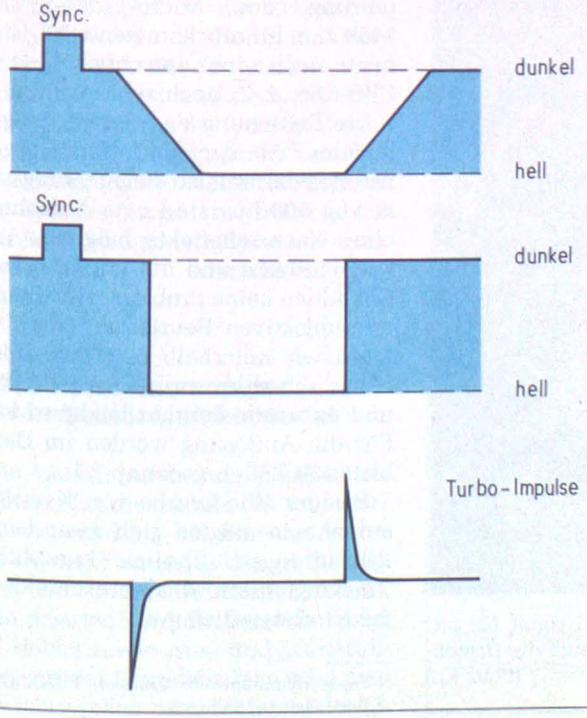


Bild 4. Bei dem oberen Verlauf des Y-Signals entstehen keine Turbo-Impulse, hingegen jedoch bei dem darunter gezeigten

schwindigkeits-Modulator) zugeführt. In dieser Stufe findet eine Impulsformung statt, die an ihrem Ausgang kurzzeitige Impulse von den Schwarz-Weiß-Übergängen liefert.

Diese Impulse werden im Verstärker auf die nötige Amplitude gebracht und dem Elektrodenpaar in der Bildröhre zugeführt. Das Elektrodenpaar führt dann an Weiß/Schwarz-Übergängen eine kurzzeitige Verzögerung des Elektronenstrahls und an Schwarz/Weiß-Übergängen eine kurzzeitige Beschleunigung des Elektronenstrahls herbei.

Anwendung in der Unterhaltungselektronik

Das Verfahren wurde von Sony bereits vor einiger Zeit für den professionellen Bereich entwickelt (FUNKSCHAU 12/76, Seite 520). Mit der Einführung des Großbildformats brachte nun Sony ein Farbfernsehgerät auf den Markt, bei dem diese Technik in einem Gerät der Unterhaltungselektronik eingesetzt wird.

Größten Nutzen bringt diese Technik beim Großbildformat und ermöglicht hier auch bei geringerer Betrachtungsdistanz eine gute Bildschärfe.

Bei schnellen Pegelsprüngen des Y-Signals wird ein Impuls erzeugt (*Bild* 4). Dieser Impuls wird am zusätzlichen Plattenpaar für die Turbo-Ablenkung in der Bildröhre wirksam. Je nach Polarität des Impulses wird der Elektronenstrahl beschleunigt oder verzögert.

Die eingangs erwähnte Trinitron-Bildröhre von Sony ist mit einer Streifenmaske ausgestattet, die sich durch hohe Lichtdurchlässigkeit auszeichnet. Dadurch wird die Bildinformation hell und kontrastreich, und vertikale Ablenkfehler des Elektronenstrahls werden eliminiert. Zur Kompensation horizontaler Konvergenzfehler ist darüber hinaus noch eine elektronische Justierautomatik eingebaut, die wirksam ist, bis das Gerät seine endgültige Betriebstemperatur erreicht hat. Der Bildschirm der 114°-Röhre ist zylindrisch gekrümmt und bietet dadurch auch bei seitlicher Betrachtung ein unverzerrtes Bild.

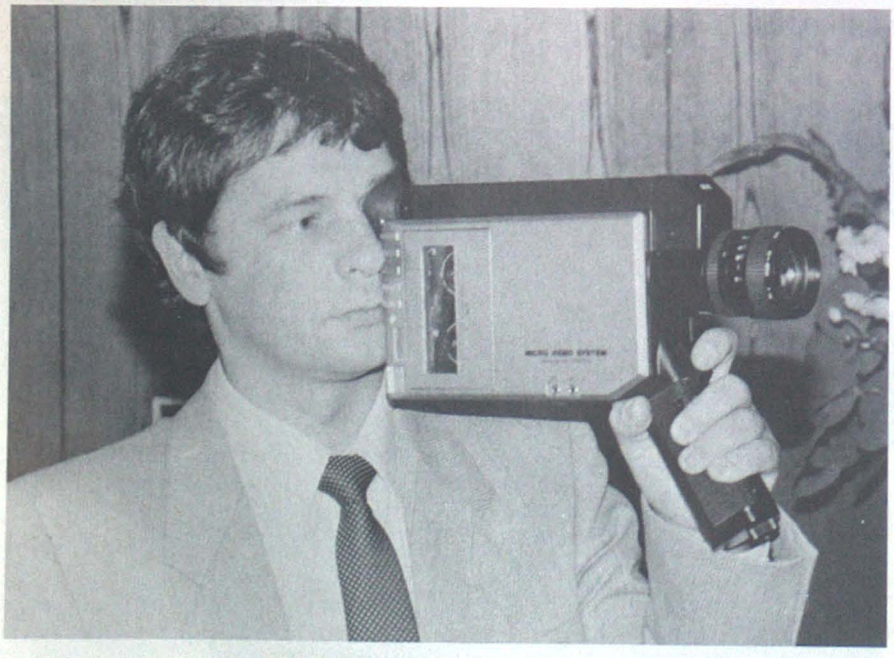
Stichworte zum Inhalt
Turbo-Modulation, Bildschärfenverbesserung, Beschleunigung des Schreibstrahls.

Zwei Stunden Bild und Ton

Im Rahmen der IFA '81 konnte sich die FUNKSCHAU bei einer persönlichen Vorführung durch Dr. Hiroshi Sugaya und sein Team vom japanischen Konzern Matsushita von der Leistungsfähigkeit der neuentwickelten Videokamera Micro-Video-System mit eingebautem Recorder überzeugen. Erste Eindrücke von diesem Gerät hatten wir allerdings bereits bei seiner Vorstellung auf der Consumer Electronics Show (CES) in Chicago[1]) und auf einer National-Panasonic-Pressekonferenz erhalten.

Mit der Vorstellung ihrer Ansichten darüber, wie eine Videokamera mit eingebautem Recorder auszusehen hat, wie sie zu handhaben ist und welche Aufnahmedauer sie haben soll, nimmt Matsushita hinter Sony (Video-Movie) und Hitachi (MAG-Kamera) mit dem Modell Micro-Video-System nun ebenfalls das Recht in Anspruch, bei der von allen gewünschten Einigung auf ein einheitliches neues Video-Kassettensystem für tragbare Geräte ein entscheidendes Wörtchen mitreden zu können.

Getragen wird diese Neuentwicklung von einem vor etwa zwei Jahren entwickelten Magnetband-Herstellungsverfahren. Hierbei schlagen sich im Vakuum auf dem Trägermaterial des Videobandes magnetische Materialien (Nickel und Kobalt) durch Kristallisieren (ohne jegliches Bindemittel) nieder. Das fertige Band hat eine Breite von 7 mm und eine Dicke von 10 µm (Trägermaterial 9,5 µm, rückseitige Schutzsicht 0,4 µm, Magnetschicht mit Schutzschicht 0,1 µm). In der Kassette, die etwas kleiner ist als die Philips-Compactcassette, läßt sich eine Länge von etwa 103 m (für zwei Stunden Spielzeit) unterbringen. Dieses Bandmaterial wird bereits im Audiobereich unter dem Markennamen Ångrom für Micro-Kassetten verkauft.



Im Rahmen der IFA '81, aber außerhalb des Ausstellungsgeländes und somit für nur einzelne geladene Gäste vorbereitet, fand für zwei FUNKSCHAU-Redakteure die Demonstration des Micro-Video-Systems von Matsushita statt (Foto: Kp)

Kompromiß aus M- und U-Fädeltechnik

Nach Einlegen der Kassette in das Aufnahmegerät, das 4,9 W Leistungsaufnahme hat und einschließlich Batterie, Handgriff und Optik nur 2,1 kg wiegt, beginnt sofort der Bandfädelvorgang. Da Matsushita im Heim-Videobereich mit VHS-Kassetten und M-Loading-Fädeltechnik arbeitet, machte uns der relativ lange dauernde Fädelvorgang des Recorders stutzig. Dazu erklärte Dr. Sugaya, daß bei diesem Modell ein Kompromiß aus M- und U-Loading Verfahren zum Bandeinfädeln zur Anwendung gekommen ist. Weitere Einzelheiten – bis auf die Angabe, daß die Kopftrommel einen Durchmesser von 40 mm hat, woraus sich eine Band-Kopf-Relativgeschwindigkeit von etwa 3,8 m/s errechnen läßt – waren über das Recorderteil nicht mehr zu erfahren (das Gerät blieb ungeöffnet).

Vom Kamerateil wurde berichtet, daß als Aufnahmeelement ein ½-Zoll-Cosvicon (ähnlich dem Vidikon, jedoch wesentlich kleiner) und im allerneuesten Modell (*Bild*) ein ⅔-Zoll-CPD-Chip (Charge Priming Device, eine Sonderform der CCDs) verwendet wird. Welches Element bei Markteinführung des Micro-Video-Systems 1984 zum Einsatz kommen wird, ist bis heute noch nicht entschieden, da der CPD-Chip z. Z. noch sehr teuer ist.

Die Bedienung des Gerätes ist problemlos. Ab der vom Hersteller genannten minimalen Beleuchtungsstärke von 500 Lux sind gute Aufnahmen ohne Nachzieheffekte möglich. Auch die Hautfarbe und die kritische Farbe Rot bilden keine Probleme. Nach unserer subjektiven Beurteilung steigt das Rauschen unterhalb 500 Lux jedoch etwas schneller an als bei Vidikons, und es zeigte sich ein leichtes Moiré: Für die Auflösung werden im Datenblatt 250 Zeilen genannt.

Bei der Wiedergabe von Kassettenaufnahmen zeigten sich zwar leichte Bildstörungen, ähnlich kurzzeitigen Trackingfehlern, das Fernsehbild war jedoch erstaunlich gut. Au.

[1]) Video dominierte in Chicago. FUNKSCHAU 1981, Heft 16, Seite 53

Video-Computer TI99/4A

Neuer Anlauf

Schon einmal hat Texas Instruments einen Anlauf genommen, in Deutschland auf dem Personal-Computer-Markt zu landen: Es war eine Bauchlandung, weil die Erwartungen des Marktes nicht mit den Daten der Maschine konform gingen. Der alte TI99/4 war zwischen allen Stühlen angesiedelt: Für den Hobby-Markt war er einerseits zu komfortabel (und auch zu teuer), für den halbprofessionellen Einsatz fehlten die Volltastatur, ein guter Teil der Funktionstasten, wichtige zusätzliche Zeichen (wie z. B. Klammerfunktionen) sowie die Möglichkeit der Groß- und Kleinschreibung. Das alles soll nun anders werden. Was TI bereits während der National Computer Conference (NCC, Chicago) und der Consumer Electronics Show (CES, Chicago) in den USA vorstellte, wurde jetzt offiziell auf den deutschen Markt gebracht: der TI99/4A.

Nach der Devise: „Ein zweites Mal darf uns kein Flop unterlaufen" hat Texas Instruments vor der Markteinführung des neuen Personal Computers zunächst einmal die Marktgröße und -segmente studiert (*Bild 1*). Für die FUNKSCHAU-Redaktion ist daran interessant, daß wir ähnliche Überlegungen seinerzeit bei der Gründung unserer Schwesterzeitschrift mc angestellt haben – und für die Jahre 1980 und 1985 zu nahezu identischen Überlegungen gekommen sind.

TI hat gleich 10 Jahre im voraus geplant und kommt zu der Erkenntnis, daß im Jahre 1991 der Heim- und Hobby-Markt weltweit das stärkste Segment bildet. So ist erklärlich, daß man bei der Ausstattung des TI99/4A darauf besondere Rücksicht genommen hat: Die Einführung der höheren Programmier-Sprache „Logo" (natürlich gibt es auch Basic und andere Sprachen) deutet deutlich auf „unerfahrene" Anwender.

70 000 Personalcomputer 1981 in Deutschland erwartet

Die Marktforscher von TI sehen unverändert für dieses Jahr die *professionelle* Anwendung bei Einzelpersonen und kleinen Firmen als das größte Segment im bundesdeutschen Markt. Klein dagegen sind die Bereiche Heim und Hobby sowie Aus- und Weiterbildung. An der Grundstruktur wird sich zwei Jahre später nach Meinung der TI-Forscher noch nichts geändert haben: Der professionelle Markt für Personal Computer wächst aber langsamer als die beiden anderen Bereiche.

Daraus folgend hat das Unternehmen den Personal-Computer-Markt neu aufgeteilt:

Als „Video-Computer" bezeichnet man jetzt diejenigen Personal Computer, die in Heim und Hobby bzw. Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden und deren Preisoberkante in der Grundeinheit bei etwa 1500 DM liegt – mit der Möglichkeit, sie nach oben hin auszubauen.

Für den professionellen Einsatz und die Geschäftscomputer hat man den Begriff „Tischcomputer" gewählt: Diese liegen im Bereich ab 3500 DM aufwärts und können im Vollausbau durchaus Konfigurationen von 15 000 bis 20 000 DM erreichen.

Ein Video-Computer mit Komfort

Mit 1490 DM (dieser Listenpreis wird bereits von den ersten Händlern unterboten) gehört mithin der TI99/4A (*Bild 2*) in die Klasse der Video-Computer. Die CPU ist mit dem 16-Bit-Mikroprozessor 9900 ausgerüstet. In die Konsole integriert ist ein frei verfügbarer Arbeitsspeicher von 16 KByte. Der Arbeitsspeicher kann extern auf 48 KByte erweitert werden. Für das Betriebssystem steht ein 26-KByte-ROM zur Verfügung. Intern existieren ein 4-KByte-Monitor, ein 14-KByte-Interpreter für die Programmiersprache TI-Basic-Ansi-Min., sowie ein Interpreter für die graphische Programmiersprache GPL.

Das Keyboard verfügt über eine Schreibmaschinen-Tastatur mit 48 Tasten (endlich!) und Zweit-Funktionen mit ASCII-Code (*Bild 3*). Es bestehen Externanschlußmöglichkeiten für max. drei Disketten oder Kassettenrecorder. Steckbare Halbleiter-Software-Moduln haben direkten Zugang zum Betriebssystem und zur CPU, sie müssen nicht in den Arbeitsspeicher umgeladen werden.

Die Video-Auflösung (24 Zeilen, 32 Zeichen) ergibt sich zu max. 192 × 256 Pixel. Es sind 16 Farben programmierbar. Die Zeichendarstellung kann über ein geeignetes Farb-TV-Gerät mit Pal-Fernsehausgang erfolgen.

Umfangreiche Peripherie möglich

Eine V-24-Schnittstelle erleichtert das Anschalten von peripheren Gerä-

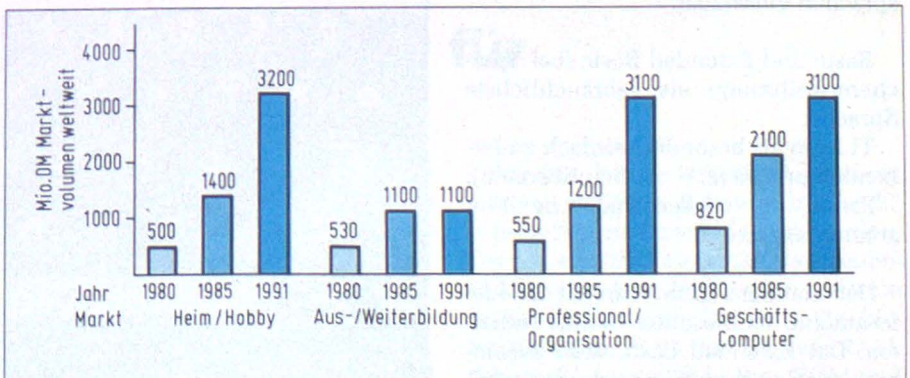


Bild 1. Weltweite Segmentierung des Personal-Computer-Marktes, wie sie von der Marktforschung bei Texas Instruments gesehen wird

Bild 2. Das neue Video-Computer-System TI99/4A bietet mit einem 16-KByte-RAM eine beachtliche Speicherkapazität im Grundausbau für den Kaufpreis

ten: Es stehen zwei Thermodrucker zur Verfügung, ein Diskettensystem (bei dem der Controller für drei Disketten-Laufwerke ausgelegt ist, das macht die Anschaffung von nur einem Laufwerk aber relativ teuer) sowie die erwähnte RAM-Speichererweiterung. Weitere Peripherie-Geräte sind der Sprach-Synthesizer und (über das RS-232-Interface) ein Normalformat-Drucker.

Nicht nur der Ordnung halber, sondern weil es nicht immer selbstverständlich ist, soll hinzugefügt werden, daß das Gerät eine FTZ-Nummer erhalten hat (C-75/80).

Umfangreiches Software-Angebot

Auch ohne den auf 48 KByte erweiterten Speicher sind drei Programmiersprachen einsetzbar:

Basic und Extended Basic (bei Speichererweiterung) als gebräuchlichste Sprache;
TI Logo als besonders einfach zu lernende Sprache (z. B. im Schulbereich);
Pascal als wissenschaftliche Programmiersprache.

Der Standard-Basic-Kurs ist im Lieferumfang der Maschine bereits enthalten. Das Extended Basic wird zusammen mit den Erweiterungsmodul geliefert.

Anwendersoftware kommt nicht nur von Texas Instruments: Es gibt eine ganze Reihe unabhängiger Firmen, die für den TI99/4A Programme entwikkeln und auch vertreiben. Von TI sind gegenwärtig 74 Programme verfügbar, davon 48 in Form von steckbaren Moduln. Leider ist davon erst ein Teil für den deutschen Markt zugeschnitten:

25 Programmpakete sind hier erhältlich, davon neun für die berufliche Nutzung, acht für die Aus- und Weiterbildung und acht für – wie es so schön heißt – die kreative Unterhaltung. TI Deutschland hat weitere 50 Programme für die nächste Zeit in Aussicht gestellt.

Von den Programmiersprachen sind gegenwärtig verfügbar Basic (54 Befehle, 20 Funktionen) und Extended Basic (40 weitere Befehle) sowie Logo (eine sehr leicht erlernbare Programmiersprache mit 101 Befehlen, die bereits von Kindern ab etwa 8 Jahren genutzt werden kann). Auf dieses vom MIT „eingekaufte" Logo ist man bei TI besonders stolz – wobei dieses nicht ganz auf Gegenseitigkeit beruht:

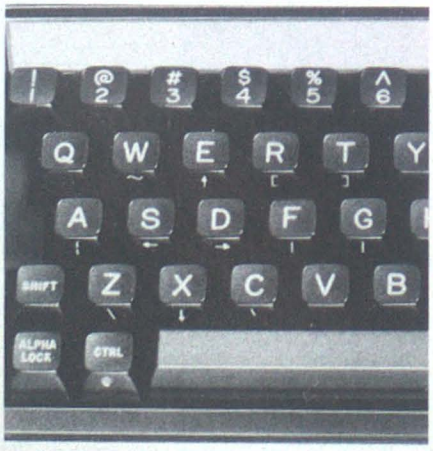


Bild 3. Dieser Ausschnitt aus der QWERTY-Tastatur läßt die Doppelbelegung einiger Tasten erkennen

Das MIT Logo Laboratory hat nämlich diese Programmiersprache nicht nur für TI entwickelt, sondern auch in einer Variante für den Konkurrenten Apple. Als Texas von dem Apple-Logo-Projekt hörte, reagierte man verärgert: Man fürchtete vielleicht nicht zu Unrecht, daß diese Entwicklung für den Marktkonkurrenten den Verkauf des eigenen Systems beeinflussen könnte. Es gibt nämlich eine ganze Reihe von Leuten, die glauben, daß das Apple Logo im Hinblick auf den Einsatz im Ausbildungsbereich dem TI Logo überlegen ist.

Nachdem die Zusammenarbeit zwischen Texas Instruments und dem MIT über viele Jahre sehr freundschaftlich war, entschloß man sich beim Massachusetts Institute of Technology, das Apple-Logo-Projekt einzustellen.

Die frustrierten Forscher von MIT beklagen, daß das weiterentwickelte Apple Logo sozusagen der wirtschaftlichen Vernunft geopfert wurde, um die Beziehungen zu Texas nicht zu gefährden.

Logo ist mehr als eine Programmiersprache für Kinder

Es steht zu befürchten, daß die für den TI99/4A gegenwärtig in Logo zur Verfügung stehenden Programme den Eindruck erwecken, als wenn es sich hier nur um eine für Schüler entwikkelte höhere Programmiersprache handle. In Wirklichkeit bietet sie eine ganze Reihe höchst komfortabler Möglichkeiten auch für den professionellen Einsatz – nur daß dafür offensichtlich im Augenblick noch keine Programme angeboten werden. Das ist schade, könnte es doch fälschlicherweise das TI Logo sozusagen „in Verruf" bringen. Auch auf Fragen war bei TI Deutschland nicht herauszubringen, wann man „professionelle Programme" erwarten kann, die von den Möglichkeiten des Logo wirklich intensiv Gebrauch machen.

Weitere Programmiersprachen in Vorbereitung

Noch für 1981 sind angekündigt UCSD-Pascal IV sowie ein Assembler/Editor. „In Vorbereitung" befinden sich Fortran, C-Basic, Pilot und Cobol. Von dieser Seite her bleiben eigentlich keine Wünsche mehr offen.

An Anwendersoftware stehen im professionellen Bereich zur Verfügung die Pakete „Kraftfahrzeugversicherung" (*Bild 4*), elektronischer Schaltungsentwurf (dieses Programm dürfte allerdings industriellen Anforderungen kaum genügen) sowie ein „Text-to-Speech"-Programm. Für den Ausbildungsbereich gibt es ein Programm über Programmiersprachen (in Deutsch) sowie die Programme „Rechnen" und „Musik", die man aber wohl eher im Heimbereich ansiedeln sollte.

Die Liste der englischen Programme ist endlos: Sofern es sich nicht gerade um Unterhaltungsprogramme handelt, die für sich selbst sprechen (wie Blackjack oder Startrek), steht die Anpassung an deutsche Verhältnisse noch aus. Musizieren ist übrigens ohne Zusatzgeräte möglich: Im Gerät eingebaut sind fünf hörbare Oktaven, drei Simultantöne und ein Geräuschgenerator.

Der anschließbare Sprachsynthesizer kann 300 Wörter aktivieren (per Linear Predicting Code), die über das TI Basic ansprechbar sind. Dieser Sprachsynthesizer wird von mehreren Software-Moduln für interaktive Programme benutzt. Er ist gegenwärtig nur in Englisch erhältlich, deutsche und französische Wortbibliotheken sind in Vorbereitung.

Textverarbeitung ist mit dem TI99/4A nur eingeschränkt möglich, da trotz der nunmehr „großen" Tastatur deutsche Umlaute nach wie vor nicht schreibbar sind.

Vertriebswege noch völlig offen

Noch nicht festgelegt haben sich die Texas-Leute auf die Vertriebswege für den Video-Computer. Der von TI als „konservativ" beschriebene Büro-Fachhandel scheint sich nach wie vor mit dem Personal-Computer-Geschäft nicht anfreunden zu können. So bleiben wiederum am Anfang wohl nur die Kaufhäuser. Vielleicht steigen noch einige gewitzte Rundfunk- und Fernseh-Fachhändler ein: Immerhin bietet sich hier ein Bein, das neben dem Videogeschäft ausbaufähig ist. Sicher wird der TI99/4A in den Elektronikfachgeschäften und auch im Versandhandel aufkreuzen. Man darf gespannt sein, ob ihm im zweiten Anlauf gelingt, was sich beim ersten Mal als große Hürde erwiesen hat.

Klaus H. Knapp

```
IHR PERSOENLICHES KFZ-VERSICHERUNGSANGEBOT


FAHRZEUG-DATEN
     HERSTELLER:DAIMLER-BENZ                HSN:0709 TYPKLASSE VOLLKASKO:23
     TYP:       230                         TSN:374  TYPKLASSE TEILKASKO:26
     LEISTUNG:  89  KW/    PS

BERUFSGRUPPE
     OEFFENTLICHER DIENST:N                          LANDWIRT:N

ZULASSUNGSREGION
     OBERBAYERN                                      TARIFGRUPPE:RL4
     STADT UEBER 300.000 EINWOHNER:N                 REGIERUNGSBEZIRK:J

VERSICHERUNGSWUNSCH
     HAFTPFLICHT    UNBEGR:J  2MIODM:N 1MIODM:N      BEITRAGSSATZ:85%
     FAHRZEUG       SELBSTBETEILIGUNG:300   DM       BEITRAGSSATZ:100%
     INS.-UNFALL    TOD:30   TDM                     INVALIDITAET:90   TDM
                    HEILKOSTEN:0   HDM               TAGEGELD:0   DM
     ZAHLUNGSWEISE 12  BEITRAEGE JAEHRLICH

BEITRAG
                    FUER HAFTPFLICHT:   98.30 DM
                    FUER VOLLKASKO:    169.70 DM
                    FUER TEILKASKO:     11.70 DM
                    FUER INS.-UNFALL:    9.30 DM

BEITRAGSSUMME KOMPLETT
                    MIT VOLLKASKO:     277.30 DM
                    MIT TEILKASKO:     119.30 DM
```

Bild 4. Beispiel für eine Small-Business-Anwendung: Ein Versicherungsangebot wird mit dem Video-Computer erstellt (Alle Bilder: TI Werkfotos)

Stichworte zum Inhalt:

Video Computer TI99/4A, Marktsegmentierungen, MIT Logo, Anwendungsbeispiele, Vertriebswege.

Mikrocomputer für das Auto

Mit erweitertem Temperaturbereich von –40 °C bis +85 °C sind die beiden Einchip-8-Bit-Mikrocomputer M5L8048xxxPT und M5L8049xxxPT von Mitsubishi (Vertrieb: Ditratherm, Landshut) besser an die Anforderungen eines Betriebs im Auto angepaßt.

Beide Typen haben eine Zykluszeit von 2,5 µs, bieten Interrupt-Möglichkeiten, und der Befehlssatz umfaßt 96 Befehle. Auf beiden Chips sind die Taktgeber bereits integriert, und es können an jeden Baustein bis zu 27 E/A-Leitungen angeschlossen werden. Der Unterschied zwischen den beiden Mikrocomputern liegt unter anderem im Speicherbereich: Der erste Typ bietet 1024 Byte ROM und 64 Byte RAM, der zweite besitzt 2048 Byte ROM und 128 Byte RAM; des weiteren ist auf dem M5L8048xxxPT auch noch ein Oszillator integriert. Kn.

Jürgen Bölsch

Kraftfahrzeug-Entstörung

4. Teil

In der letzten Folge dieser Reihe geht der Autor auf die Sonderfälle der Kraftfahrzeug-Entstörung ein, nicht ohne vorher auf die gesetzlichen Bestimmungen verwiesen zu haben. Ferner findet man Hinweise auf den fachgerechten Autoradio-Einbau und Praxistips.

Gesetzliche Vorschriften

Die Entstörung im Kraftfahrzeug ist nicht nur Privatsache. Sie unterliegt auch gesetzlichen Vorschriften und wird von staatlichen Behörden überwacht. Diese Behörden treffen geeignete Maßnahmen, um den Benutzern der zugelassenen Funkdienste einen störfreien Betrieb ihrer Funkempfangsanlagen zu ermöglichen. Um nun Störungen durch den Straßenverkehr auszuschließen, sind für Kraftfahrzeuge Grenzwerte der zulässigen Störfeldstärke festgelegt worden, die eine „Fernentstörung" dieser Fahrzeuge erforderlich machen. Diese Entstörung wird entsprechend VDE 0879, Teil 1, festgelegt und ist ein Teil der allgemeinen Betriebsbedingungen des Fahrzeuges. Jedes Kraftfahrzeug bekommt also ab Werk bereits eine Grundentstörung mit. Sie darf weder ausgebaut noch anderweitig umwirksam gemacht werden. Andernfalls riskiert der Halter des Fahrzeuges nicht nur Ärger mit seinen gestörten Nachbarn, sondern unter Umständen auch Schwierigkeiten mit dem TÜV, bei Verkehrskontrollen und in den Fällen, wo der Funkstörmeßdienst der Deutschen Bundespost auf das störende Fahrzeug aufmerksam wird.

Sonderfälle der Kraftfahrzeug-Entstörung

Es ist recht schwierig, allgemein verbindliche Anweisungen für die höheren Entstöransprüche des Funkbetriebes zu geben. Zu unterschiedlich sind die Einflüsse des Frequenzbereiches, der Modulationsart und der Gegebenheiten des Einbaues, vor allem der Antenne.

Als Grundlage für die Funk-Entstörung sollte immer der passende UKW-Entstörsatz möglichst komplett eingebaut werden. Dabei sind die Parallel-Kondensatoren an Zündspule und Lichtmaschine durch die wirksameren Vorbeiführungs-Kondensatoren zu ersetzen, wobei auf ausreichende Strombelastbarkeit zu achten ist. Wo immer möglich, verwende man teilgeschirmte Zündkerzenstecker und Schirmringe oder Schirmkappen für den Zündverteiler. Die Motorhaube sollte an zwei Stellen mit Massebändern oder Massekrallen geerdet werden, ebenfalls die Kofferraumklappe bei Verwendung einer Heckantenne.

Der CB-Funk mit seiner besonders störanfälligen Amplitudenmodulation macht es vielfach erforderlich, die Auspuffanlage und die Vorderräder (über die Stoßdämpfer) mit Massebändern an die Karosserie anzuschließen und die Leitung D+ (61) an der Lichtmaschine mit einem Vorbeiführungskondensator zu entstören. Es gibt darüber hinaus eine Vielzahl weiterer Entstörmöglichkeiten, die aber hier nicht einzeln aufgeführt werden können. Eine ausführliche Darstellung mit dem Schwergewicht auf der CB-Entstörung findet man in [1].

Booster, Equalizer, Aktiv-Lautsprecher werden immer beliebter. Seit die Ansprüche der Radiohörer im PKW, was Bedienkomfort und Leistung angeht, von einer rührigen Industrie immer aufwendiger befriedigt werden, haben auch Störgeräusche zugenommen, die nicht eigentlich Funkstörungen sind. Eine Ursache solcher Störungen ist darin zu sehen, daß die erforderlichen Funktionen einer „HiFi-Anlage" im PKW sich nicht mehr in einem Radio-Gehäuse mit DIN-Abmessungen unterbringen lassen und auf mehrere Baugruppen verteilt werden müssen. Die beengten Platzverhältnisse im Griff-Bereich des Fahrers lassen es oft nicht einmal zu, diese Baugruppen nahe beieinander unterzubringen. So ergeben sich

- lange Steuerleitungen, die zwar geschirmt, aber doch dem Einfluß magnetischer Kopplung mit anderen Leitungen hinter dem Armaturenbrett ausgesetzt sind.
- Es werden die Einzelkomponenten häufig jeweils für sich an verschiedene Massepunkte angeschlossen, die unterschiedliche Störspannungspotentiale haben können. Über die Schirmung und gelegentlich weitere Masseleitungen bilden sich dann
- „Erdschleifen", die als Ursache für Einkopplungen in Frage kommen.

Es hat sich in vielen Fällen als erfolgreich erwiesen, nur den eigentlichen Empfänger mit einem kurzen, dicken Masseband an Masse anzuschließen. Die übrigen Komponenten werden isoliert montiert und ihre Masseleitungen zum Empfänger-Gehäuse geführt.

Bei anderen Anlagen bringt es eine Entstörwirkung, wenn die gemeinsame Masseleitung nicht an Karosserie, sondern am Batterie-Minus-Pol angeschlossen wird.

Die Welligkeit der Versorgungsspannung für elektroakustische Geräte führt immer dann zu Störgeräuschen bei der Wiedergabe, wenn aus Platz- oder Kostengründen die Siebung im Plus-Eingang unterdimensioniert wurde. In solchen Fällen kann es vorteilhaft sein, die Plus-Leitung direkt am Batterie-Plus-Pol anzuschließen. Der Leitungsabschnitt innerhalb des Motorraumes sollte geschirmt sein. Keinesfalls darf auf eine Sicherung beim Batterie-Plus-Pol verzichtet werden. Die fehlende Siebung kann auch durch Einschalten eines Tiefpasses in die Stromversorgung der Geräte bequem nachgerüstet werden. Auch in die Minus-Leitung von Boostern und Aktiv-Lautsprechern wurde eine Niederfrequenzentstördrossel in schwierigen Fällen mit Erfolg eingefügt.

Wie bei allen von Arbeitsstrom durchflossenen Entstörmitteln darf auch bei den Siebdrosseln der zulässige Nennstrom im Betrieb nicht überschritten werden.

Leitungen entkoppeln

Alle Leitungen von und zu Empfangsanlagen im Kraftfahrzeug können Störungen aus ihrer Umgebung aufnehmen und in die Empfänger hinein-

leiten. Wichtig ist es deshalb, solche Leitungen und das störverseuchte Bordnetz möglichst wirksam zu entkoppeln. Antennenkabel, Lautsprecherleitungen und die Verbindungen zwischen den Einzelkomponenten der Empfangsanlage sollten in möglichst großem Abstand (mindestens 10...15 cm) von den Kabeln im Bordnetz verlegt werden. Besonders stark gefährdet durch Einkopplungen sind Geräte und ihre Zuleitungen im Bereich um das Zündschloß herum sowie in der Nähe der Zentralelektrik und des Sicherungskastens.

Hinter dem Armaturenbrett sind Leitungsabstände von 10 cm nicht immer einzuhalten. Dann sollte es zumindest vermieden werden, die Leitungen über längere Strecken parallel zu führen. Die Leitungen zu Hecklautsprechern sind aufgrund ihrer Länge besonders durch Einkopplungen gefährdet. Sie sollen nach Möglichkeit am Bodenblech anliegen und mit Abstand zu den Versorgungsleitungen verlegt werden.

Als Schutz vor magnetischen Einstrahlungen empfielt es sich, die üblicherweise verwendeten Zwillings-Leitungen vor dem Einbau zu verdrillen. In besonders kritischen Fällen verwende man zum Anschluß der Lautsprecher Koaxkabel, z. B. RG 58, dabei wird der Lautsprecher-Minus-Anschluß über das Schirmgeflecht und der Plus-Pol über den Innenleiter angeschlossen. Die Verwendung der Koaxialleitungen ist für Geräte mit Endstufen in Brückenschaltungen nicht zu empfehlen, also für Apparate mit Leistungen über ca. 6 W je Kanal.

Aktiv-Lautsprecher werden vorwiegend im Fahrzeug-Heck montiert. Sie bedürfen häufig ebenso der Siebung der Versorgungsspannung wie die Empfangsgeräte. Oft müssen sogar Plus- und Minus-Leitung über je eine Niederfrequenz-Siebdrossel geführt werden.

Die heizbare Heckscheibe kann Störungen im Bordnetz aufgrund ihrer großen Ausdehnung und ihrer Nähe zu den Aktiv-Boxen sehr intensiv in diese Anlage einstrahlen. Es empfiehlt sich, diese Störungen durch das Einfügen von Entstörkondensatoren in die Zuleitungen zur Heckscheibenheizung zu beseitigen.

Entstörung durch fachmännischen Radioeinbau

Ein nicht unerheblicher Teil der auftretenden Funkstörungen im Kraftfahrzeug könnte vermieden werden, wenn bereits beim Einbau der Geräte alle Arbeitsgänge auf möglichst gute Entkopplung hin geplant würden. Der Fachmann in der Einbauwerkstatt erleichtert sich die Arbeit und reduziert den Entstöraufwand, wenn er einige wichtige Grundregeln beachtet!

Antenne

Den Montageort für die Antenne auf der Fahrzeugseite wählen, die der Zündanlage gegenüberliegt. Die Montagefläche der Antenne soll unter dem Blech von Unterbodenschutz und Lack völlig frei gemacht, mit Kontaktfett vor Korrosion geschützt und die Antenne gut festgeschraubt sein. Die Antennenleitungen dürfen nicht durch den Motorraum oder den Wasserkasten geführt werden. Von allen Aggregaten und Leitungen der Bordelektrik ist Abstand einzuhalten. Der Plus-Anschluß der elektrischen Antennen ist nicht direkt an Plus, sondern an die Anschlußklemme für Automatik-Antenne am Autoradio anzuschließen.

Empfänger – Verstärker

Empfangsgeräte sollen nicht in der Nähe von Zündschloß und Sicherungskasten montiert werden. Die Geräte sind mit einem Masseband auf kurzem Weg an die Fahrzeugmasse anzuschließen.

Leitungen

Kabel von und zu den Empfangseinrichtungen sollen nicht in geringem Abstand parallel zu Leitungen des Bordnetzes verlegt werden, Lautsprecherleitungen sind zu verdrillen; die Minus-Leitungen der Lautsprecher keinesfalls auf Fahrzeugmasse legen, ebenso wie die Minus-Leitungen der Lautsprecher in Stereogeräten nicht zusammengeschaltet werden dürfen, sondern jeweils getrennt zu den Lautsprechern zu verlegen sind.

Entstörmittel

Alle Masseverbindungen von Kondensatoren, Massebändern, Massekrallen und Entstörfiltern müssen guten und dauerhaften Kontakt aufweisen (Auflageflächen der Karosserie metallisch blank machen und durch Verzinnen oder Bestreichen mit Kontaktfett vor Korrosion schützen). Die Enstörmittel selbst sind so nahe wie möglich beim Störer einzubauen. Parallelkondensatoren und Massebänder wirken umso besser, je geringer ihre Leitungslänge ist; Abschirmteile benötigen gute und zuverlässige Verbindung zur Motor- oder Fahrzeugmasse.

Empfehlungen zur Betriebssicherheit

Das Kraftfahrzeug ist ein recht kompliziertes System exakt aufeinander abgestimmter Einzelkomponenten. Bei Eingriffen in dieses System, und die Entstörung ist durchaus ein solcher Eingriff, muß der Fachmann sorgfältig darauf achten, daß seine Arbeit nicht die Betriebssicherheit des Fahrzeuges beeinträchtigt.

Von den Entstörmitteln her droht diese Gefahr weniger, denn der gewissenhafte Hersteller wird einerseits nur ausgereifte Produkte in den Handel bringen, und andererseits seine Entstörempfehlungen erst nach gründlicher Erprobung aussprechen. Vorsicht ist also besonders da geboten, wo Entstörung nicht nach Anleitung, sondern sozusagen freihändig betrieben wird. Hier nun einige warnende Hinweise, die auf mögliche Fehler bei der Entstörung aufmerksam machen sollen.

- Entstörwiderstände im Zündkreis dürfen nicht in beliebiger Menge eingebaut werden.
  Alle Widerstände zwischen Zündspule und Zündkerze zusammengezählt sollen insgesamt den Wert von 12...15 kΩ nicht überschreiten. Andernfalls könnten Zündaussetzer bei hohen Drehzahlen oder Kaltstartprobleme auftreten.
- Massebänder zum Motorblock sollten immer so lang gewählt werden, daß die Bewegungen des Motors bei Lastwechseln nicht zu Beschädigungen führen können.
- Kühler aus Aluminium, die in Gummielementen montiert sind, dürfen nicht mit Massebändern an Masse gelegt werden. Um elektrolytische Zersetzung der Kühler zu vermeiden, ist die Masseverbindung über einen Kondensator von ca. 2,2 µF herzustellen.
- Entstörfilter in der Zuleitung zu elektrischen Kühlerlüftern müssen sehr sorgfältig angeschlossen werden. Bei Unterbrechungen in der Leitung oder beim Vertauschen der Anschlüsse dreht der Lüfter gar nicht oder fördert in der falschen Richtung. Das kann zu ernsten Motorschäden führen.
- Elektronische Zündanlagen dürfen nicht in jedem Fall mit Kondensatoren an der Zündspule entstört wer-

den. Um Beschädigungen der Zündanlage zu vermeiden, ist der Einbau des Kondensators nur mit Zustimmung des Fahrzeugsherstellers oder auf Empfehlung der Entstörmittellieferanten gestattet.

- Widerstandszündleitungen müssen in jedem Fall mit den Originalanschlußteilen betrieben werden. Keinesfalls dürfen diese entfernt und Entstörstecker in die Widerstandsleitungen eingeschraubt werden. Das würde nach kurzer Laufzeit zum Ausbrennen der Zündkabel führen. Zum Anschluß an die Original-Kontaktteile von Widerstandskabeln führt der Fachhandel spezielle Zwischenstecker für Verteiler und Zündkerze.

- Leitungen von Entstörkondensatoren und Massebänder müssen so verlegt werden, daß sie nicht vom Luftstrom in den Bereich von Lüfterflügeln, Keilriemen, Zahnriemen und Lichtmaschinen getrieben werden können.

- Regleranschlüsse DF (EXC) dürfen nur mit speziell dafür entwickelten Entstörfiltern beschaltet werden. Die üblichen Entstörkondensatoren mit 2,2 µF würden an dieser Klemme zum Verbrennen der Reglerkontakte und damit zum Ausfall der ganzen Lichtanlage führen.

Störungen von außerhalb des Fahrzeuges

Auch wenn die Entstörung noch so gut gelungen ist, der vollkommen ungestörte Empfang im Autoradio ist ein unerfüllbarer Traum. Zu viele Störsignale dringen von außerhalb des Fahrzeuges in die Antenne ein, zu viele Abschattungen durch Geländeform oder Bauwerke entlang der Fahrtstrekke können die Empfangsfeldstärke der Sender auch in sonst gut versorgten Gebieten soweit reduzieren, daß ein störfreier Empfang unmöglich wird.

Im UKW-Bereich werden Feldstärkeeinbrüche und Signalverzerrungen infolge Reflexion der Senderwellen als besonders lästig empfunden. Beim Fahrbetrieb ist dabei ein unregelmäßiges Zischen oder Knacken im Lautsprecher zu hören. Wer Gelegenheit hat, in einem derart gestörten Empfangsgebiet sein Fahrzeug sehr langsam rollen zu lassen, wird Stellen auf der Straße finden, an denen selbst der starke Ortssender nicht oder nur stark verzerrt empfangen werden kann. Wenige Zentimeter weiter ist wieder klarer Empfang möglich.

Wer die folgenden Tips befolgt, erreicht immerhin, daß dieser Effekt weniger häufig stört und nicht mehr ganz so lästig empfunden wird. Völlig beseitigen läßt er sich nicht.

- Stabantenne möglichst schräg ausrichten

- Stets nur die starken Ortsender einstellen. Man findet sie, wenn man bei fast völlig eingeschobener Antenne den UKW-Bereich absucht. Alle nicht empfangswürdigen Sender werden dabei unterdrückt.

- Bei Empfängern mit Sender-Suchlauf stets die unempfindlichste Stellung wählen. Stereoempfänger in Stellung Mono betreiben.

- Klangregler so einstellen, daß die Höhen weitgehend beschnitten werden.

- Bei Empfängern mit „Hi-Blend-" und „Muting"-Taste diese Funktion einschalten.

Fast alle Autoradios sind heute im UKW-Bereich mit einer Störunterdrükkung (ASU, ESA, IAC u. ä.) ausgerüstet. Sie blendet echte Funkstörungen auf UKW, die von außen kommen, weitgehend aus.

In den AM-Bereichen Lang-, Mittel- und Kurzwelle treten sowohl Senderschwinden (zwischen hohen Häusern, in Unterführungen) wie auch Funkstörungen von außen auf. Zu erwähnen sind hier besonders Störungen durch Hochspannungsleitungen, unter den Fahrdrähten elektrischer Fahrzeuge, bei Gasentladungslampen oder durch atmosphärische Störungen.

So findig auch immer sich die Entstörspezialisten erwiesen haben, wenn es um die Eigenentstörung des Fahrzeuges geht, hier stoßen sie vorerst an ihre Grenzen. Tröstlich ist, daß solche Störungen nicht allzu häufig auftreten.

Literatur

[1] Beru: Störgeräusche beseitigen, Technische Information Nr. 1.
[2] Bosch: Kraftfahr-Technisches Taschenbuch.
[3] Bosch: Technische Berichte Band 5, Heft 5 u. 6.
[4] Bosch: Technische Unterrichtung; Funkentstörung.
[5] *Karamanolis S.*: Funkentstörung von Kraftfahrzeugen. Karamanolis-Verlag.
[6] *Kierdorf B.*: Service-Fibel Kraftfahrzeugentstörung. Vogel-Verlag.
[7] *Kunath H.*: Praxis der Funkentstörung, Dr. A. Hüthig-Verlag.
[8] *Mende H. G.*: Funk-Entstörungspraxis, RPB 59, Franzis-Verlag.
[9] *Seelmann F.*: Funkentstörung. Elsner Verlags-Ges.
[10] *Warner*: Taschenbuch der Funkentstörung, VDE-Verlag.

Ein ungewöhnlicher Sicherungsfehler

Ein Farbfernsehgerät älterer Bauart wurde in die Werkstatt gebracht mit der Fehlerangabe „Heizkreissicherung schlägt durch". Das Gerät war mit Röhren der E-Serie (Wechselspannungsheizung, parallelgeschaltet) bestückt. Zunächst wurde die Sicherung (8 At) gemäß der Herstellerempfehlung durch eine 10-A-t-Sicherung ersetzt. Diese brannte jedoch auch nach einiger Zeit durch. Nun lag die Vermutung nahe, daß eine der Röhren defekt sei. Auf Verdacht erneuerte ich die Röhren im Hochspannungsteil, das Gerät fiel jedoch nach kurzer Zeit erneut aus. Beim Auswechseln der Sicherung fiel mir auf, daß der Sicherungshalter und die Sicherung sehr heiß waren. Ich vermutete, daß infolge Oxydation sich ein Übergangswiderstand gebildet hatte und reinigte den Halter mit dem Glaspinsel. Erwartungsvoll baute ich eine neue Sicherung ein, jedoch nach kurzer Betriebszeit gab es erneut einen „Black out", wiederum war der Sicherungshalter stark erwärmt. Mit dem Digitalohmmeter maß ich einen Übergangswiderstand von 1,2 Ohm. Nun lötete ich eine neue 10-A-t-Sicherung direkt auf die Platine unter den Sicherungshalter und stellte das Gerät zum Probelaufen. Nachdem das Gerät einige Tage einwandfrei gearbeitet hatte, konnten wir es dem Kunden zustellen. Diese für zukünftige Außendienstreparaturen wenig servicefreundliche Art des Sicherungswechsels hat sich mittlerweile bei einigen anderen Exemplaren dieser Baureihe mit gleichem Fehler bestens bewährt. Rainer Pauly

Dr. Götz Corinth

Magnetton-Wiedergabeverstärker

mit elektronischer Umschaltung

Bereits in Heft 5/1975, Seite 75, beschrieb der Verfasser einen Magnetton-Wiedergabeverstärker unter Verwendung integrierter Schaltungen. Inzwischen ist die Halbleitertechnologie weiter fortgeschritten, das alte Konzept wurde deshalb überarbeitet und dem aktuellen technischen Stand angepaßt.

Da die meisten Studio-Magnetbandgeräte entweder zweikanalig ausgelegt sind (sogenannte Mastermaschinen) oder eine geradzahlige Kanalbestükkung haben (8-, 16-, 24-Spur-Anlagen), wurden bei dem hier beschriebenen Mustergerät zwei Kanäle auf einer Europa-Platine (160 mm × 100 mm) zusammengefaßt (Anschluß über 31polige Steckerleiste nach DIN 41 617).

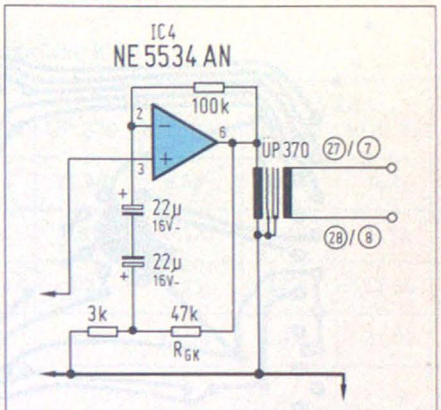


Bild 2. Die Ausgangsstufe aus Bild 1 ist hier modifiziert für den Übertrager ÜP 370

Pro Kanal sind drei umschaltbare Entzerrungswege und Pegeleinsteller vorgesehen, die Zeitkonstanten entsprechen beim Mustergerät den Normen 38 CCIR, 19 H und 9,5. Ihre Umschaltung erfolgt über integrierte Analogschalter.

Zusätzlich kann über ein gleichspannungsgesteuertes Dämpfungsglied das Übertragungsmaß des Verstärkers um

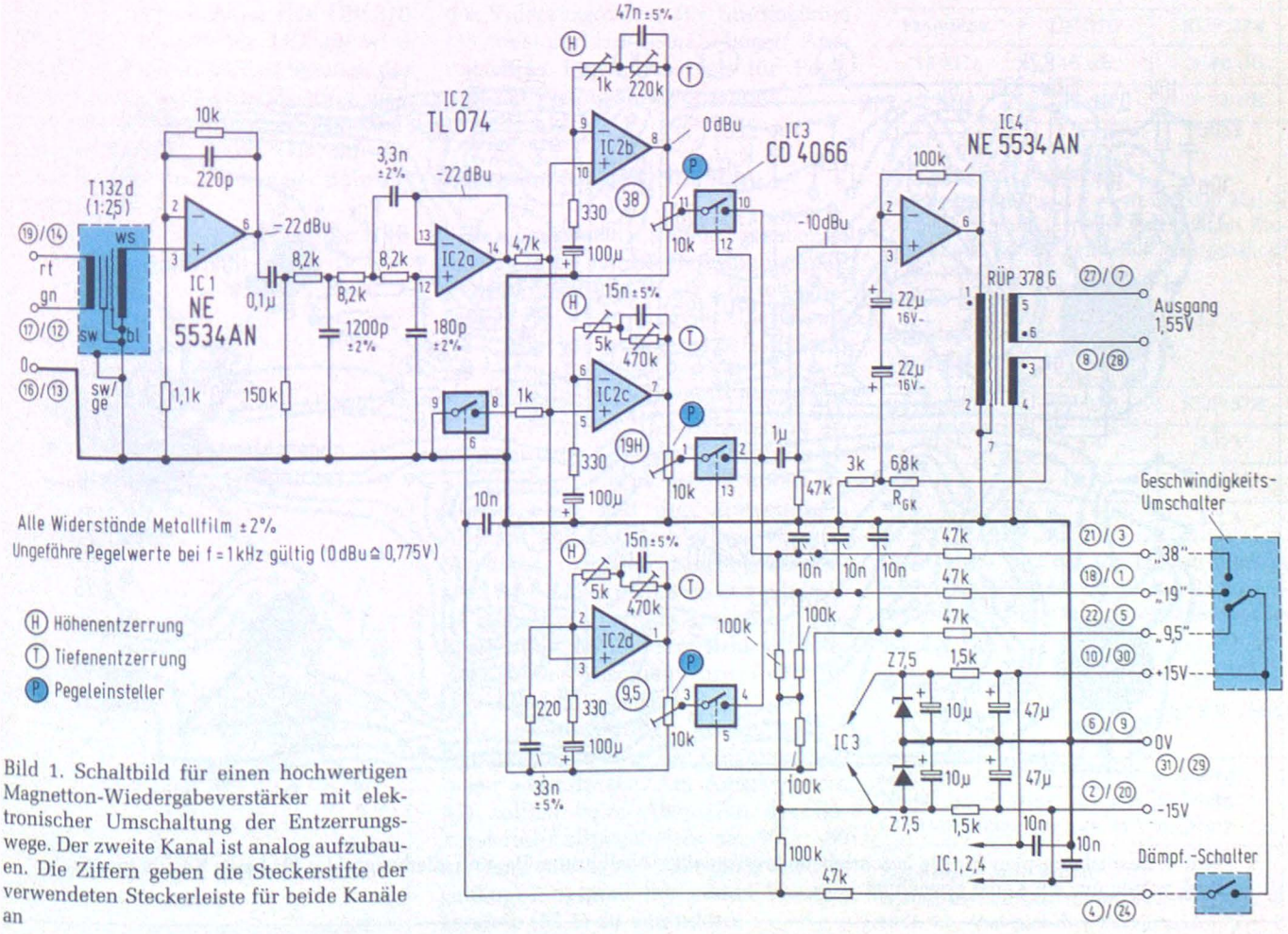


Bild 1. Schaltbild für einen hochwertigen Magnetton-Wiedergabeverstärker mit elektronischer Umschaltung der Entzerrungswege. Der zweite Kanal ist analog aufzubauen. Die Ziffern geben die Steckerstifte der verwendeten Steckerleiste für beide Kanäle an

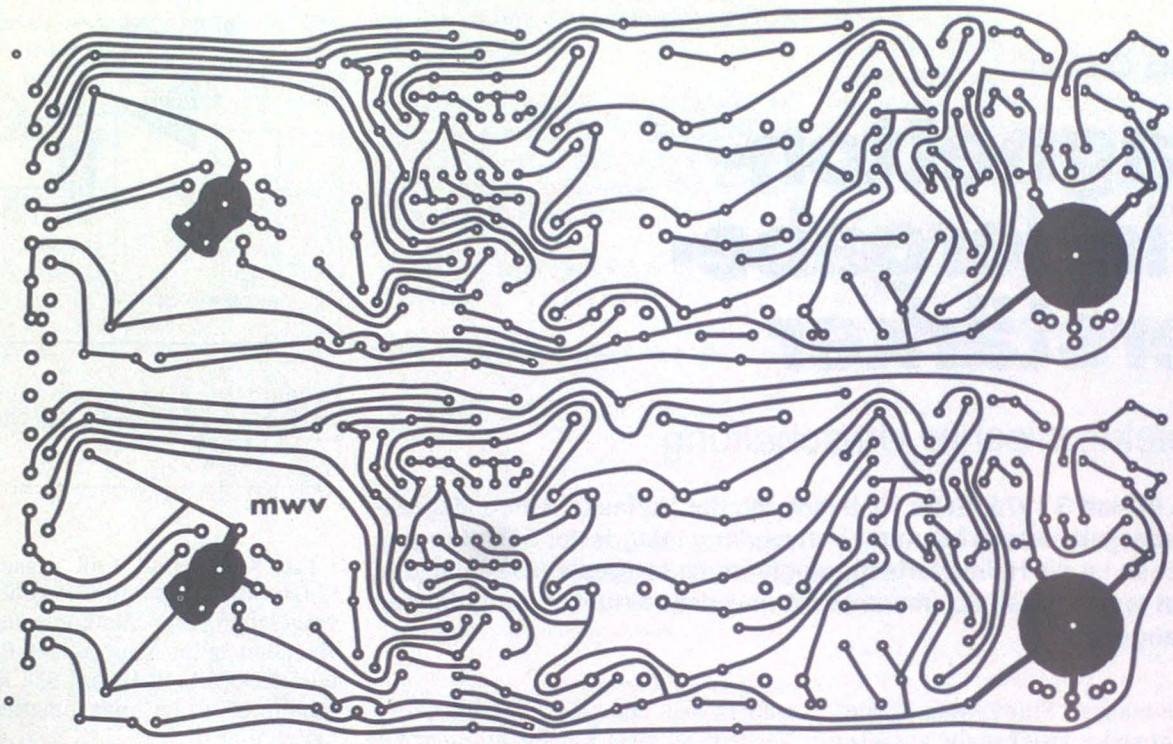


Bild 3. Vorschlag für ein Platinen-Layout auf einer Europa-Karte in zweikanaliger Ausführung

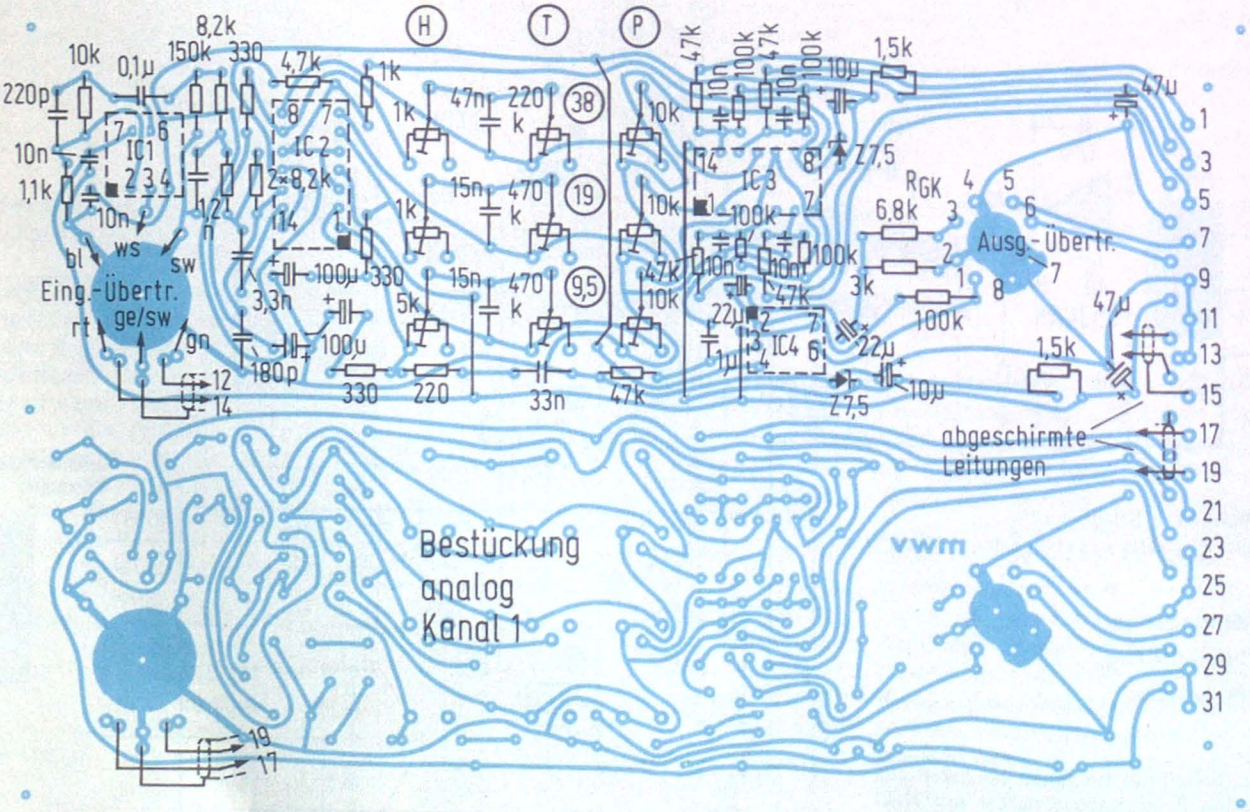


Bild 4. Bestückungsplan für die beschriebene zweikanalige Ausführung. Da die Leiterbahnbilder für beide Kanäle identisch sind, wurde nur ein Kanal gezeichnet

ca. 20 dB herabgesetzt werden (beispielsweise durch eine vom Umspulschalter des Bandgerätes gesteuerte Spannung, um bei angelegtem Band und hoher Umspulgeschwindigkeit eine Überlastung von Hochtonlautsprechern zu verhindern).

Schaltungsbeschreibung

Das Eingangssignal gelangt nach *Bild 1* über einen Übertrager (Haufe T 132 d, ü = 1 : 2,5) zur ersten Verstärkerstufe (IC 1, v = 20 dB) und über einen aktiven Tiefpaß III. Ordnung (IC 2a, f_g = 20 kHz) in die getrennten Entzerrerstufen (IC 2b, c, d), deren Ausgänge mit den entsprechenden Pegeleinstellern verbunden sind. Integrierte Analogschalter (IC 3) legen die Ausgangsstufe (IC 4) an die gewünschten Potentiometer. Über einen Übertrager (wahlweise Pikatron RÜP 378 oder ÜP 370) wird das Signal erdfrei und symmetrisch ausgekoppelt.

Je nach den Ansprüchen des Anwenders werden zwei verschiedene Versionen der Ausgangsstufe vorgeschlagen. Sie unterscheiden sich durch die Eigenschaften (und die Preise) der Übertrager. Bei Verwendung des ÜP 370 nach *Bild 2* (Kerngröße MD 30) wird eine kleine Adapterplatine benutzt, die auf ihrer Unterseite Lötstifte trägt, welche in die für den hochwertigen Ringkerntransformator RÜP 378 auf der Hauptplatine vorgesehenen Bohrungen passen.

Die Analogschalter werden durch eine hochohmig zugeführte negative Vorspannung ihrer Steuerelektroden gesperrt und durch Anlegen einer positiven Spannung von 12...15 V geöffnet. Vom Löschoszillator des Aufsprechteiles herrührende Störspannungen dämpft der oben erwähnte aktive Tiefpaß.

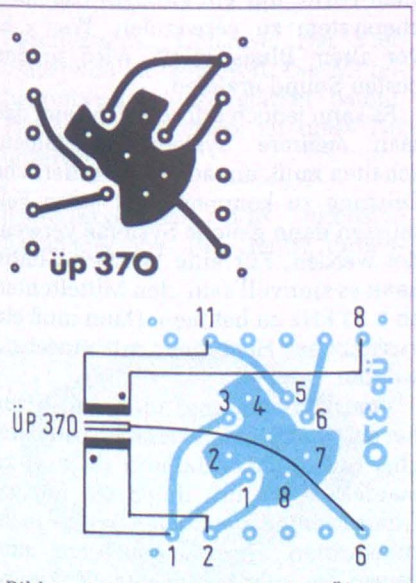


Bild 5. Adapterplatine für den Übertrager ÜP 370 nach Bild 2 einschließlich Bestückungsplan

Erzielte Ergebnisse

Am Mustergerät ließen sich beim Abspielen der entsprechenden DIN-Bezugsbänder (Wiedergabekopf Bogen PW 232) Frequenzgänge einstellen, die mit sehr guter Genaugkeit innerhalb der Toleranzgrenzen für Studiogeräte (38 cm/s) und HiFi-Geräte liegen. Ausreichende Einstellreserven für Pegel und Entzerrung sind vorhanden.

Hinweise für den Nachbau

Der Aufbau nach dem gegebenen Layout (*Bild 3*) und Bestückungsplan (*Bild 4*) erwies sich als unproblematisch. Bei Verwendung des Übertragers ÜP 370 ist die Adapterplatine (*Bild 5*) mit kurzen Drahtstücken mit den entsprechenden Punkten der Hauptplatine zu verbinden. Die Befestigung erfolgt zusätzlich durch eine zentrale M-3-Schrauben, ein ca. 6 mm hohes Distanzröllchen hält den notwendigen Abstand ein. Die Verbindung von der Steckleiste zu den Eingangsübertragern wird zweckmäßig als eng verdrillte, geschirmte Leitung ausgeführt. Die Einstellung der Entzerrglieder und Pegeleinsteller geschieht mit den entsprechenden Bezugsbändern

Bei Verwendung hochindukiver Wiedergabeköpfe ist der Eingangsübertrager wegzulassen. Am Ausgang vom IC1 sollten beim Abspielen des Bezugsband-Vollpegelteiles ca. 50 ... 80 mV erscheinen, u. U. ist dazu der Gegenkopplungsgrad der ersten Verstärkerstufe (IC 1) zu verändern.

Ausgangswiderstand:
(gemessen mit Siemens-Scheinwiderstandsmeßbrücke R 217)

	40 Hz		1 kHz		15 kHz	
	ÜP 370	RÜP 378	ÜP 370	RÜP 378	ÜP 370	RÜP 378
ohmscher Anteil (Ω)	20	9,4	21,40	9,53	23,00	9,72
Streuinduktivität (mH)	n.m.k.	n.m.k	0,51	0,12	0,49	0,12
induktiver Anteil (Ω)	n.m.k.	n.m.k.	3,2	0,75	47,0	11,30
Gesamtwert (Ω)	~ 20	~ 9,4	24,6	10,28	70,0	21,02

(n.m.k. = nicht meßbar klein)

Am Ausgang gemessene Störspannungen:
(bezogen auf 0-dB-Pegeltonteile der DIN-Bezugsbänder bei Vollspurabtastung; gemessen nach DIN 45 405 „alt" mit Störspannungsmesser Siemens U 33)

Entzerrung für	38 CCIR	19 H	9,5
Fremdspannung U_{ss} (µV)	600	500	700
Geräuschspannung U_{ss} (µV)	240	250	400

Unsymmetriedämpfung des Ausgangs:
(reelle Last 300 Ω; gemessen mit Viererabschluß Siemens B 327)

Frequenz	ÜP 370	RÜP 378
15 kHz	46 dB	> 70 dB
1 kHz	62 dB	> 75 dB

Klirrfaktor am Ausgang:
(bei Nennpegel und f = 40...10 000 Hz) ≦ 0,1 % (Last 300 Ω reell, galvanische Einspeisung in Serie zu einem Wiedergabekopf bogen PW 232)

Übersteuerungsgrenze (U_{eff}):
(bei k = 1 %)

Frequenz	ÜP 370	RÜP 378
40 Hz	4,5 V	5,0 V
1 kHz	4,8 V	5,1 V
10 kHz	4,5 V	5,1 V

Diese Werte sind bei 300 Ω Last mit dem Suchtonanalysator FNA von R & S und geometrischer Addition der Oberwellen gemessen worden.

Stromverbrauch:
(pro Kanal, Betriebsspannung ± 15 V, reelle Last 300 Ω)

Leerlauf	20 mA je Zweig
Nennaussteuerung	21 mA je Zweig
Grenzaussteuerung	24 mA je Zweig

Stichworte zum Inhalt
Wiedergabeverstärker, Entzerrer-Normen 38 CCIR, 19 H, 9,5, Analogschalter, Bezugsband.

Hartmut Oberhoff

Gitarrenboxen selbst bauen

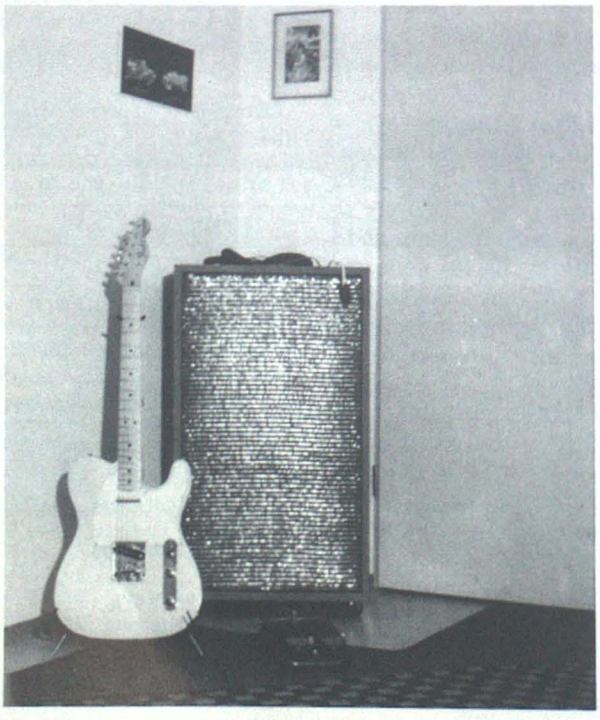
Es hat sich schon herumgesprochen, daß eine Lautsprecherbox zur Wiedergabe von Gitarrenmusik anders aufgebaut ist als eine HiFi-Box. Gerade Amateurmusiker sind aus finanziellen Gründen oft auf den Selbstbau ihrer Anlage angewiesen. Der Autor, technischer Leiter bei einem Lautsprecherhersteller, beschreibt hier, was beim Bau einer Gitarrenbox beachtet werden muß – und was man unbedingt vermeiden soll.

Bei der Auswahl der Bauteile für eine Musikbox müssen wir uns zuerst einmal über die Art des zugeführten Signals im klaren sein. Grundsätzlich haben wir es bei Instrumenten mit einer fast konstanten Leistungsverteilung über den gesamten Übertragungsbereich des Signals zu tun. Das heißt, jeder Frequenzbereich kann die gleiche Nennleistung zugeführt bekommen. Es müssen also Bauteile benutzt werden, die diesen Voraussetzungen gerecht werden. Dieser Punkt ist besonders wichtig für den Hochtonbereich! Auch ist der Dynamikumfang eines Instruments größer als der einer abgespielten Musikkonserve (Schallplatte, Band). Dies setzt eine hohe Impulsfestigkeit der Lautsprecher voraus.

Wichtige Voraussetzung: hoher Wirkungsgrad

Da oft große Flächen beschallt werden müssen, ist ein hoher Wirkungsgrad sowie eine große Belastbarkeit der Lautsprecher vorteilhaft. Der Schalldruck ist aus dem Frequenzdiagramm ersichtlich, das üblicherweise bei 1 W elektrischer Leistung und 1 m Mikrofonabstand aufgezeichnet wird. Je größer der Schalldruck bei diesen Werten ist, desto besser ist der Wirkungsgrad. Die Belastbarkeit der Box muß so ausgelegt sein, daß sie noch genügende (mindestens ⅓) Leistungsreserven hat und nicht immer im Maximalbereich arbeitet.

Weiter ist eine gute Transportmöglichkeit zu überlegen. Durch Baustein-Systeme mit getrennten Teilbereichen kann hier Abhilfe geschaffen werden, was vor allem bei Musikgruppen unumgänglich ist. Für einen Gitarristen ist es jedoch einfacher, wenn seine Anlage möglichst handlich und kompakt ist – mit einer Hand wird der Verstärker, mit der anderen die Box getragen.



Auswahl der Lautsprecher-Systeme

Dieser Punkt ist sehr wichtig, da die meisten Ausfälle in Musikerboxen durch die falsche Lautsprecherwahl auftreten, Instrumenten-Lautsprecher müssen eine harte Aufhängung haben (*Bild 1*). Weich aufgehängte Lautsprecher würden, bedingt durch die hohe Dynamik des Signals, eine unzulässig hohe Auslenkung machen und nach kurzer Zeit ausfallen. In der Auswahl der Belastbarkeit ist die Nennbelastbarkeit der sichere Wert. So sind für Impulsspitzen im Grenzfall immer noch Reserven vorhanden.

Die einfachste und sicherste Methode zum Aufbau einer Gitarrenbox besteht darin, nur ein einziges Lautsprechersystem zu verwenden. Wer z. B. vor allem Blues spielt, wird so den besten Sound erzielen.

Es kann jedoch erforderlich sein, daß man mehrere Systeme zusammenschalten muß, um auf die erforderliche Leistung zu kommen. Auf jeden Fall müssen dann gleiche Systeme verwendet werden. Für eine Western-Gitarre kann es sinnvoll sein, den Mitteltonteil ab 2...3 kHz zu betonen. Dann muß ein zusätzlicher Hochtöner mit eingebaut werden.

Vom Wirkungsgrad und vom Klang her sind dafür Druckkammer-Lautsprecher mit Exponentialhorn (*Bild 2*) zu empfehlen, da mit ihnen ein fetziger Gitarrensound zu erzielen ist. Die recht preiswerten Piezo-Lautsprecher sind wegen des sehr schlechten Wirkungsgrades für das gewünschte Klangbild von Gitarrenboxen nicht zu empfehlen.

Die Hochtöner sollten auf jeden Fall abschaltbar sein, um das Klangbild variieren zu können. Auf die frequenzmäßige Ankopplung kommen wir in einem späteren Abschnitt noch zu sprechen.

Beim Einsatz dynamischer Lautsprecher ist die Vielfach-System-Schaltung (Multi-System) von Vorteil. Das sind z. B. acht gleiche Mittelhochton-Lautsprecher in Reihen-Parallelschaltung. Hier verteilt sich die Leistung auf die einzelnen Systeme. Hochton- und Mittelton-Kalotten sind wegen ihrer kleinen Schwingspulen und damit verbundenen schlechten Wärmeableitung für Musikerboxen nicht geeignet. Sie würden schon nach kurzer Betriebszeit ausfallen.

Mittel- und Hochtonhörner müssen so angekoppelt werden, daß sie in der Lage sind, die Nennlast über längere Zeiträume zu verkraften. Steilflankige Filter mit möglichst 18 dB/Okt und hoch angesetzter Übergangsfrequenz schützen die empfindlichen Schwingspulen vor tieffrequenten Anteilen. Lautsprecherboxen für reine Baßwiedergabe kommen ganz ohne Filter aus.

Das Gehäuse

Die Größe des Gehäuses richtet sich nach den Platzverhältnissen sowie dem gewünschten Wirkungsgrad und der Baßintensität der Wiedergabe. Es stehen mehrere Prinzipien zur Verfügung. Die nachfolgenden Punkte gelten für hart aufgehängte Lautsprecher, wie sie für Gitarrenboxen erforderlich sind:

- Geschlossenes Gehäuse: Der Tieftonbereich ist bedämpft. Der Mitteltieftonbereich wird stärker betont. Für eine Musikerbox ist diese Art ungeeignet.
- Baßreflexgehäuse: Für intensive Baßwiedergabe. Bei richtig dimensioniertem Baßreflexrohr (*Bild 3*) für eine Gitarrenbox geeignet.
- Offenes Gehäuse: Für hohen Wirkungsgrad, aber geringe Baßwiedergabe.
- Exponentialgehäuse: Für höchsten Wirkungsgrad und große Linearität über den Gesamtbereich. Für Musikerboxen am besten geeignet; das Gehäuse ist zwar nicht einfach zu bauen, jedoch sind dazu Bausätze erhältlich.

Bild 1. Hart aufgehängter Tiefton-Lautsprecher, Typ BG 30

Die Weiche in einer Gitarrenbox

Bei Verwendung eines zusätzlichen Mittelhochtöners wird nicht unbedingt eine aufwendige Weiche benötigt. Die Ankopplung erfolgt zweckmäßig über einen Kondensator, der die Grenzfrequenz auf etwa den doppelten Wert (eine Oktave höher) legt, wie die untere Übertragungsfrequenz des Hochtöners angegeben ist. Liegt die untere Frequenz nach Herstellerangaben bei 1500 Hz, sollte der Übertragungsbereich nach unten auf 2500...3000 Hz gelegt werden. Je höher die Übergangsfrequenz gelegt wird, desto geringer ist die Gefahr der Überlastung.

Wird eine Weiche verwendet, so müssen die Bauteile so dimensioniert werden, daß auch die Leistungsspitzen verkraftet werden können. Schwach ausgelegte Weichen können den Wirkungsgrad einer Box erheblich verschlechtern. Das heißt: Man sollte Spulen mit großem Drahtquerschnitt 1,0...2,0 mm ∅ und Kondensatoren mit hoher Spannungsfestigkeit und geringem Verlustfaktor verwenden. Gut geeignet sind Folienkondensatoren. Elektrolytkondensatoren minderer Qualität würden sich zu stark erwärmen und zerplatzen. In den meisten Fällen versucht man ohne Weiche auszukommen oder nur den Hochtonbereich über ein Filter laufen zu lassen und den Tieftonbereich ohne Weiche anzukoppeln.

Der praktische Aufbau

Die Gehäusewände müssen eine ausreichende Festigkeit aufweisen. 22 mm Spanplatten oder Sperrholz sind beliebte Materialien. Besser wegen des geringeren Gewichtes ist Multiplex (mehrfach geschichtetes, verleimtes Sperrholz mit gekreuztem Faserverlauf). Innenkanten und größere Flächen sind durch eingeklebte Vierkanthölzer zu verstärken. Eine sehr gute Dämpfung der Gehäuseresonanz erzielt man, indem die Innenwände noch zusätzlich mit Weichfaserplatten beklebt werden. Als Bindemittel eignet sich Bitumen, das von sich aus schon eine dämpfende Wirkung hat.

Bild 2. Im Beispiel verwendetes Mittelhochton-Horn HTM 10.27

Die Außenfläche des fertigen Gehäuses wird mit Kunstleder beklebt, damit die Box beim Transport nicht beschädigt wird. Zum Schutz und zur Entschärfung der Ecken werden zusätzliche stabile Metallecken montiert.

Werden Rollen angebracht, sollte man hier an ein paar Mark nicht sparen und wirklich stabile Rollen verwenden, die nach einem harten Aufsetzen nicht gleich defekt sind. Der Transport des Gehäuses wird durch versenkt angebrachte Griffe wesentlich erleichtert.

Beispiel für Lead- und Rhythmus-Gitarrenbox

Solche Lautsprecherboxen müssen in der Lage sein, ein Frequenzspektrum von etwa 60...4000 Hz mit gutem Wirkungsgrad wiederzugeben. Absolut linearer Frequenzgang ist hier nicht erwünscht. Eine Anhebung des Pegels

Bild 3. Variables Baßreflexrohr, Typ BR 13.25. Es ermöglicht bei selbstgebauten Boxen auch die Klangeinstellung nach Gehör, ohne aufwendige Meßmittel

(Alle Fotos: Visaton)

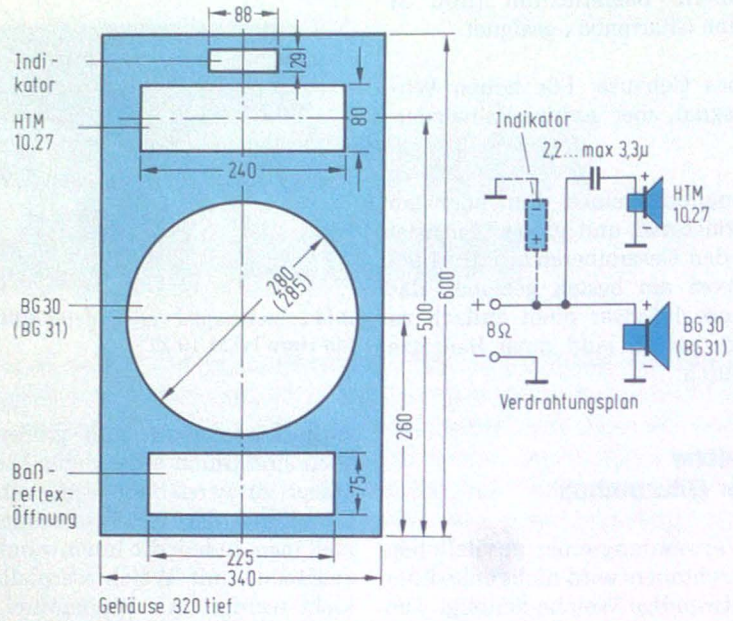


Bild 4. Beispiel für eine 100-W-Gitarrenbox, die Maße sind nur als Anhaltspunkt anzusehen, Abweichungen sind zulässig, wenn das Volumen nicht wesentlich verkleinert wird

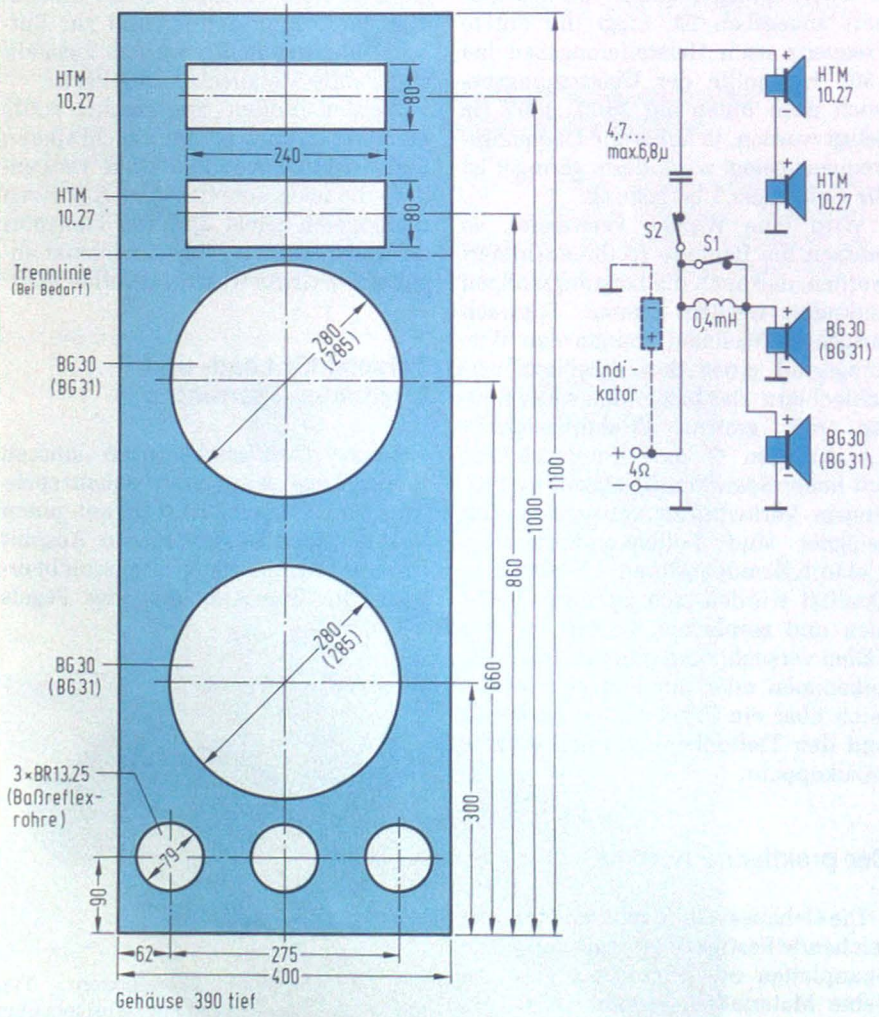


Bild 5. Diese Box für Gitarren-Wiedergabe kann mit 200 W belastet werden, auch hier können die Außenmaße noch variiert werden

bei 800...4000 Hz bringt erst den gewünschten Sound. Die Musik erscheint präsenter. Praktische Ausführungen von Instrumenten-Boxen zeigen die *Bilder* 4 und 5. Die Belastbarkeit der Box in Bild 4 liegt bei 100 W und bei der großen Box von Bild 5 über 200 W. Ein umschaltbarer Indikator (Anzeiger) kann eingebaut werden, er erleichtert die Kontrolle der gefahrenen Leistung.

Die Drossel in der großen Box kann je nach gewünschtem Klangbild auch fortgelassen werden. Bei Einsatz des Schalters S1, der die Drossel überbrückt, kann der Klang variiert werden. Auch der Hornlautsprecher sollte abschaltbar sein, um mehr Klangvariationen zu erhalten.

Das Gehäuse läßt sich auch als Bausteinsystem aufbauen. Durch Abtrennen des Mittelhochtonbereiches (gestrichelte Linie) werden die Boxen handlicher. Die Kabelverbindung wird durch zusätzlich an die Rückseite montierte Kabelklemmen ermöglicht.

Zur Dämpfung des Gehäuses sollte man die Wände, wie beschrieben, mit Weichfaserplatten bekleben. Diese bedämpfen nur die Gehäuseresonanz, nicht aber die Schallwellen im Gehäuse. Auf die Weichfaserplatten kommt das Dämpfungsmaterial. Als Zuleitung von der Klemme zu den Lautsprechern ausreichend dicke Litze von 2,5 mm^2 verwenden. Die Kabel im Innenraum gut befestigen, da sonst bei hohem Pegel Fremdgeräusche auftreten. Aus gleichem Grund auch sämtliche anderen Bauteile sorgfältig befestigen.

Selbstverständlich kann man eine Musikerbox auch mit mehreren Endstufen über eine elektronische Weiche aktiv ansteuern. Hier hat man sogar noch den großen Vorteil, den Schalldruck der einzelnen Systeme und damit den Klang ganz individuell einzustellen.

Stichworte zum Inhalt

Nf-Nennleistung, Dynamikbereich, Hochtonbereich, Schalldruck, Wirkungsgrad von Lautsprecherboxen, Lautsprechersysteme, Baßwiedergabe, Lautsprecherweiche.

Dipl.-Ing. (FH) Klaus-Günter Schultz

Akustische Gitarre richtig verstärkt

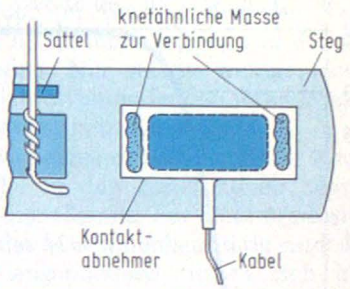


Bild 1. Der Kontakttonabnehmer wird am besten unter sparsamer Verwendung der mitgelieferten knetähnlichen Masse auf dem Steg befestigt

In vielen Fällen müssen Musiker ihre akustischen Instrumente verstärken, wobei sich in manchen Fällen die Tonaufnahme über Kontaktabnehmer anbietet. Hier ist nun eine leicht verständliche Bauanleitung für den dazu notwendigen Vorverstärker, der billig und gut zugleich ist.

Soll ein akustisches Saiteninstrument (klassische Gitarre, Westerngitarre, Violine usw.) verstärkt werden, so erhält man die beste Klangqualität bei Aufnahme über ein Mikrofon und Wiedergabe über die PA- („Public-Adress"-Anlage, Saalanlage für das Publikum) bzw. über die Gesangsanlage.

Mikrofonübertragung oft problematisch

In kleinen Räumlichkeiten – wie z. B. Kleinkunstbühnen – ergeben sich jedoch leicht Rückkopplungsprobleme, da hier die wiedergebenden Lautsprecherboxen sehr nahe bei den Musikern aufgestellt sind. Der für das gesamte Klangbild der Gruppe erforderliche Schalldruck ist deshalb nicht immer zu erreichen, was besonders bei von Natur aus leisen Instrumenten (gezupfte Gitarre) gilt.

Eine weitere Schwierigkeit liegt in den Pegelschwankungen, die immer dann auftreten, wenn der Musiker keinen konstanten Abstand zum Mikrofon hält. Kommt er in seinen Bewegungen mit der Gitarre gegen das Mikrofon, so kracht es meist ganz fürchterlich aus den Lautsprechern.

Alternative: der Kontaktabnehmer

Eine weitere Möglichkeit der Tonaufnahme bietet der Piezo-Kontaktabnehmer, wie ihn beispielsweise Barcus Berry herstellt. Er wird mit einer knetähnlichen Masse auf den Steg des Instruments geklebt (*Bild 1*). Weitere Befestigungsmöglichkeiten finden sich in [1] auf den Seiten 52...54. Das Klangbild ist – verglichen mit vielen anderen auf dem Markt erhältlichen Tonabnehmern für akustische Instrumente – als angenehm und ausgeglichen zu bezeichnen.

Nachteilig sind die sehr geringe Signalspannung und der erforderliche hohe Eingangswiderstand des angeschlossenen Verstärkers, der zudem aufgrund des kapazitiven Innenwiderstandes des Tonabnehmers nur eine geringe Kapazität aufweisen darf. Somit erweisen sich die üblichen Eingangskanäle der Mischpulte als unbrauchbar: Man muß den Volumensteller weit aufdrehen, was sich mit hohem Rauschen äußert, und wegen der meist zu geringen Eingangswiderstände (2...50 kΩ) werden die Tiefen beschnitten (Hochpaßwirkung).

Ein geeigneter Vorverstärker

Abhilfe schaffen hier spezielle Vorverstärker, wie sie natürlich im Handel erhältlich sind. Billiger jedoch ist der Selbstbau eines derartigen Verstärkers. Der folgende Vorschlag dürfte an Bauteilen nicht über 25 DM kosten, und ein Hochpaßfilter, welches Frequenzen unter ca. 80 Hz dämpft und somit für hohe Sicherheit gegen Klopf- und Griffgeräusche sowie gegen die am Eingang liegende Brummspannung bietet, ist zusätzlich noch im Preis inbegriffen.

Die Schaltung nach *Bild 2* ist so einfach wie möglich ausgeführt. Der FET sorgt mit dem Gate-Widerstand von 470 kΩ für eine geringe Belastung des Tonabnehmers und bietet eine sehr gute Rauschanpassung. Ein Eingangskondensator ist nicht erforderlich, da der Tonabnehmer kapazitiv arbeitet. Die Verstärkung ist 10fach (entsprechend 20 dB) gewählt. Die Lage des Arbeitspunktes ist unkritisch, da die Aus-

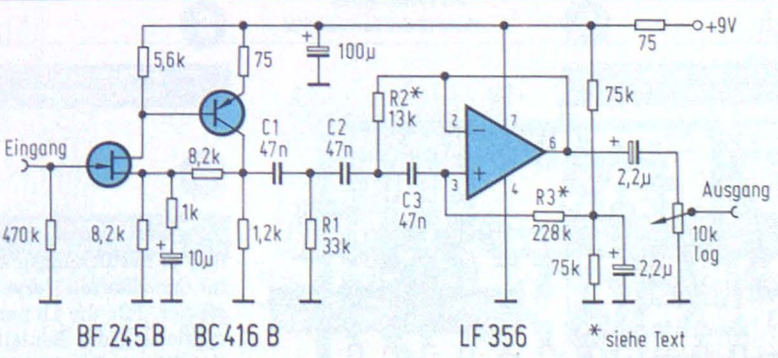


Bild 2. Der Vorverstärker ist rauscharm und unterdrückt tieffrequente Störungen. Die mit einem Stern gekennzeichneten Widerstandswerte werden durch Reihenschaltung erreicht

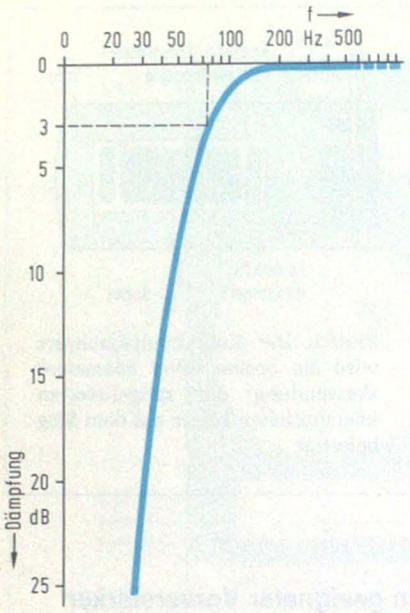


Bild 3. Übertragungscharakteristik des Filters bei der angegebenen Dimensionierung

gangsspannung selbst bei lautem Spiel auf der Westerngitarre einen Spitzenwert von 4 V nicht übersteigt.

Das Hochpaßfilter – beginnend bei C1 – ist mit Hilfe der in [2] angegebenen Berechnungsgrundlagen für einen Hochpaß 3. Ordnung mit EMK (Einfach-Mitkopplung) abgeleitet worden. Für die frequenzbestimmenden Bauteile C1...C3 = C und R1...R3 genügen Toleranzen von ±5 %. Zum leichteren Berechnen wurden die maßgebenden Gleichungen aus [2] in die praktikabelste Form überführt. Bei gegebenem C folgen:

$$R1 \approx \frac{0{,}72}{2 \cdot \pi \cdot f_g \cdot C}$$

$$R2 \approx 0{,}39 \cdot R1$$
$$R3 \approx 6{,}9 \cdot R1$$

Für eine Grenzfrequenz f_g von etwa 70 Hz (–3 dB) und bei C = 47 nF ergeben sich R1 zu 34,85 kΩ ≈ 33 kΩ, R2 ≈ 13 kΩ (12 kΩ + 1 kΩ) und R3 ≈ 228 kΩ (220 kΩ + 8,2 kΩ). Falls f_g möglichst genau und bei geringer Welligkeit der Filtercharakteristik eingehalten werden soll, ist auch R1 aus zwei Widerständen zusammenzusetzen. f_g ist für das jeweilige Instrument immer so festzulegen, daß der Tonumfang nicht hörbar beschnitten wird. *Bild 3* verdeutlicht die Wirkung.

Leichter Aufbau

Die Schaltung kann problemlos aufgebaut werden (*Bild 4*). Sie sollte in einem nicht zu leichten Blechgehäuse untergebracht sein. Eine Stereo-Klinkenbuchse mit Schalter im Eingang dient gleichzeitig als Einschalter für die 9-V-Batterie: Der Anschluß für den rechten Kanal wird mit dem Minus-Pol der Batterie verbunden, und der eingesteckte Klinkenstecker legt ihn an Masse. – Das ausreichend niederohmige Potentiometer wird zur Oberseite des Gehäuses hin befestigt. Es sollte mit einem in jeder Stellung gut ablesbaren Knopf versehen werden, der sich eventuell auch mit dem Fuß drehen läßt (Gummiumrandung o. ä.).

Literatur

[1] *Lemme, H.*: Elektro-Gitarren-Elektronik, Teil 1. Frech-Verlag, Stuttgart, 1977.

[2] *Schulze, J.*: Aktive RC-Filter 3. Ordnung; 2. Teil. ELEKTRONIK-Arbeitsblatt Nr. 144. ELEKTRONIK 1981, H. 18, S. 109...112.

Stichworte zum Inhalt

PA-Anlage, Schalldruck, Mikrofonaufnahmen, Kontaktabnehmer, Tonabnehmer, Hochpaß 3. Ordnung.

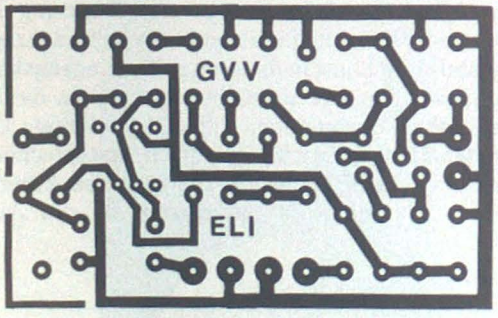


Bild 4. Layout für die Platine des Vorverstärkers

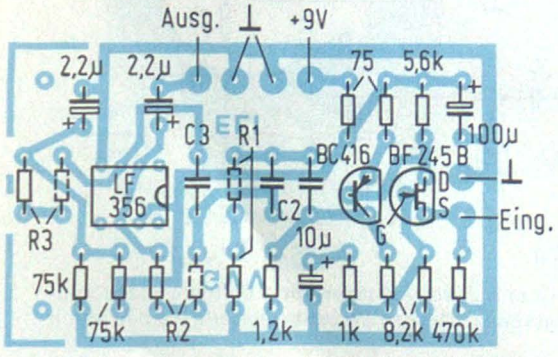


Bild 5. Bestückungsplan für den Gitarren-Vorverstärker. Für die Dimensionierung der Bauteile C1...C3 und R1...R3 bitte die Hinweise im Text beachten

Wohin mit dem verbrauchten Ätzmittel?

Jeder, der seine Platinen selbst herstellt, kennt das Problem: wohin mit den verbrauchten Ätzmitteln? In den entsprechenden Büchern für den Hobbyelektroniker wird dieses Thema gern umgangen oder mit dem Hinweis abgetan, daß es dafür bestimmte gesetzliche Bestimmungen gäbe.

Zunächst einmal sollten verbrauchte Ätzmittel an Orten aufbewahrt werden, die für Kinder unzugänglich sind. Die Behälter sind unbedingt (schon im eigenen Interesse) zu kennzeichnen. Die Aufbewahrung in Getränkeflaschen ist auf jeden Fall nicht ratsam, man sollte die Verwechslungsgefahr nicht unterschätzen. In Chemikalienhandlungen gibt es geeignete Aufbewahrungsbehälter schon recht preiswert.

Verwendet man als Ätzmittel Ätznatron, so kann man ohne schlechtes Gewissen seine Reste (in bei Hobbyelektronikern üblichen Mengen) mit viel Wasser in den Ausguß spülen; Ätznatron ist z. B. auch in den „Rohrfreimachern" enthalten. Ebenso kann man mit Eisen-III-Chlorid verfahren. Auf jeden Fall muß die Verdünnung ausreichend hoch sein. Ta.

Lohnt das Studium noch?

Die Lage am Arbeitsmarkt verschlechtert sich zusehends. Waren von der Arbeitslosigkeit bei den „Studierten" bislang vor allem die Geisteswissenschaftler betroffen, trifft es jetzt auch die sogenannten „harten" Berufe aus den Ingenieur- und Naturwissenschaften. Beim Arbeitsamt München wird gegenwärtig eine Sondererhebung gemacht, die vermutlich Anfang des kommenden Jahres vorliegen wird, die aber schon jetzt erkennen läßt, daß sich auch in diesem Gebiet das Arbeitsplatzangebot dramatisch verschlechtert hat.

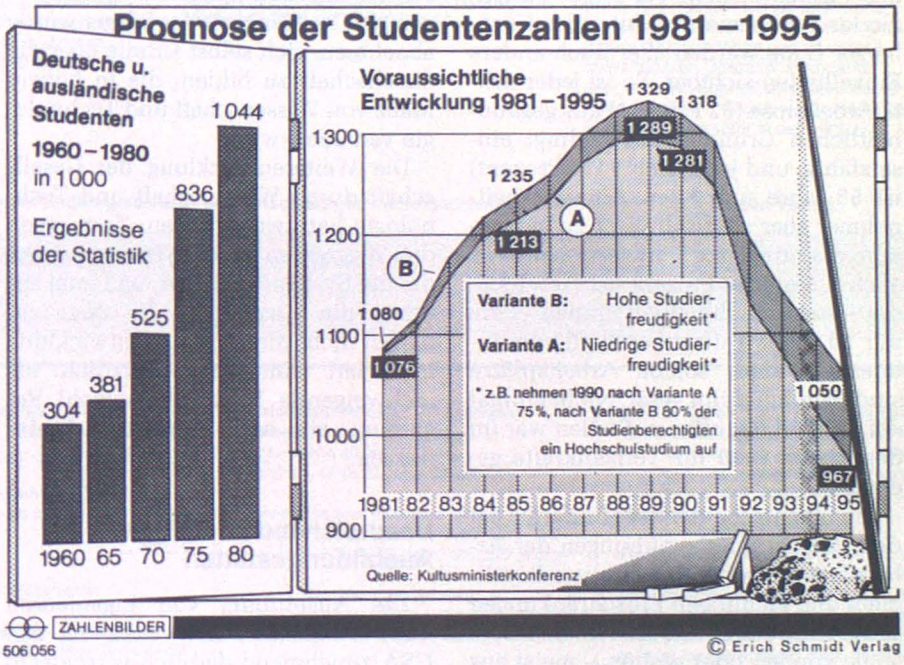
Trotzdem drängen unvermindert die Studenten an Universitäten und Fachhochschulen. An den Universitäten und Fachhochschulen der Bundesrepublik Deutschland waren im Wintersemester 1980/81 mehr als 1 Mio. Studierende eingeschrieben. Die Zahl der Studenten hatte sich damit gegenüber 1960 mehr als verdreifacht. Nach einer Vorausschätzung der Kultusministerkonferenz wird der Ansturm auf die Hochschulen auch in den achtziger Jahren noch anhalten und erst am Ende des Jahrzehnts seinen Höhepunkt erreichen. Unter der Annahme einer niedrigen Studierfreudigkeit rechnen die Bildungsplaner für das Jahr 1989 mit einer Studentenzahl von 1,289 Mio. Entschließt sich ein größerer Anteil der Studienberechtigten zum Übergang an die Hochschulen, wird sich die Studentenzahl auf 1,329 Mio. belaufen. Danach gehen die Zahlen rasch zurück, liegen aber auch 1995 voraussichtlich noch immer bei 1 Mio. (*oberes Bild*).

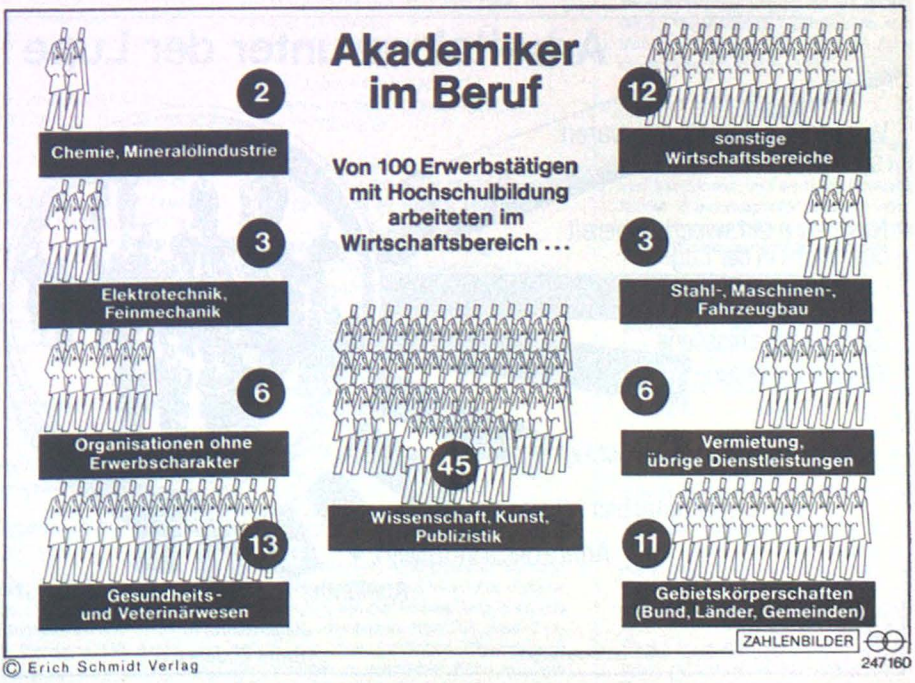
Aus der Prognose läßt sich die Folgerung ziehen, daß ein weiterer Ausbau der Hochschulen in gewissem Umfang erforderlich sein wird. Die Verringerung des Studentenbergs liegt nämlich so weit in der Zukunft, daß Übergangsmaßnahmen kaum ausreichen dürften.

Zur Frage, wie sich der steile Anstieg der Akademikerzahlen während der letzten zwei Jahrzehnte auf das Beschäftigungssystem ausgewirkt hat, gibt eine Untersuchung des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung (RWI) eine eher ernüchternde Antwort. Zwar hat sich der Anteil der Hochschulabsolventen an der Gesamtzahl der Erwerbstätigen zwischen 1961 und 1978 von 2,9 auf 4,8 % erhöht, doch ist die Akademikerquote in den einzelnen Wirtschaftsbereichen weitgehend konstant geblieben.

Die Erklärung für diesen vermeintlichen Widerspruch: Jene Bereiche der Volkswirtschaft, die schon immer über einen hohen Akademikeranteil verfügten, nahmen das größere Angebot akademisch ausgebildeter Kräfte auf und weiteten sich dadurch aus. Der wachsende Personalbedarf für den Ausbau des Bildungswesens spielte dabei eine wichtige Rolle. Eine Umwandlung vorhandener Arbeitsplätze fand jedoch nicht statt. So arbeiteten 1978 mehr als zwei Drittel der Erwerbstätigen mit Hochschulbildung im Wissenschaftsbereich, im Gesundheitswesen oder beim Bund, den Ländern und den Gemeinden. Nur relativ wenige Hochschulabsolventen fanden ihren Weg in die Industrie (*unteres Bild*).

Überraschend ist, wie wenig Hochschüler in den „produktiven" Bereichen der Chemie, der Elektroindustrie und des Maschinenbaus tätig sind: Zusammengenommen finden sich hier nicht einmal 10 % aller Absolventen. Setzt man die Thesen des RWI als richtig voraus, dürfte sich in dieser Entwicklung auch keine Trendwende abzeichnen. Z/Kp





Jeder zweite ohne Berufsausbildung

Wer keine abgeschlossene Berufsausbildung hat, dessen Arbeitsplatz ist am ehesten gefährdet. Das belegen die regelmäßigen Analysen der Nürnberger Bundesanstalt für Arbeit. Eine Untersuchung nach dem Stand vom September 1980, die aber auch heute noch gilt, zeigte, daß mehr als 50 Prozent der Arbeitslosen Ungelernte sind. Ihnen eine Stelle zu vermitteln, fällt den Arbeitsämtern nicht leicht, denn zahlreiche Firmen suchen vor allem qualifiziertes Fachpersonal. Unter der Nürnberger Lupe werden aber noch andere Einzelheiten sichtbar. So ist jeder dritte Arbeitslose (32 Prozent) aus gesundheitlichen Gründen nur bedingt einsatzfähig, und jeder siebte (15 Prozent) ist 55 Jahre und älter. Ältere Arbeitnehmer aber sind schwerer zu vermitteln als jüngere. Schwierig wird es auch für jene 20 Prozent der Arbeitslosen – fast ausschließlich Frauen –, die nur an einer Teilzeitbeschäftigung interessiert sind; solche Arbeitsplätze sind nämlich dünn gesät. Nicht einmal ein Zehntel der offenen Stellen war im September 1980 für Teilzeitkräfte geeignet.

Ein oft entscheidendes Hindernis bei den Vermittlungsbemühungen der Arbeitsämter aber ist neben gesundheitlichen und fachlichen Einschränkungen die geringe Mobilität der Arbeitslosen. Viele können oder wollen – meist aus familiären Gründen – keine Arbeit annehmen, die mit einem Wechsel des Wohnortes verbunden ist. G.

Ausbildungsprobleme auch in USA

Ein von der National Science Foundation vorgelegter Bericht, der für das Weiße Haus in Washington erstellt worden ist, kommt zu dem Schluß, daß die Schulbildung sowohl auf der Grundschule als auch auf der Oberschule in den USA den Erfordernissen des technischen Zeitalters nicht mehr genügt. Die Fähigkeit der Bürger würde abnehmen, sich selbst Urteile über die Gesellschaft zu bilden, die in hohem Maße von Wissenschaft und Technologie verändert wird.

Die Weiterentwicklung der Gesellschaft durch Wissenschaft und Technologie hat zwei Quellen: Zum einen die Ingenieure und Wissenschaftler, die die Systeme schaffen, und zum anderen die Anwender, die zwar zunächst nicht direkt in die Entwicklung involviert sind, aber letztlich als „schweigende Majorität" sowohl Regierung als auch Industrie beeinflussen.

Unzureichende Ausbildungsstätten

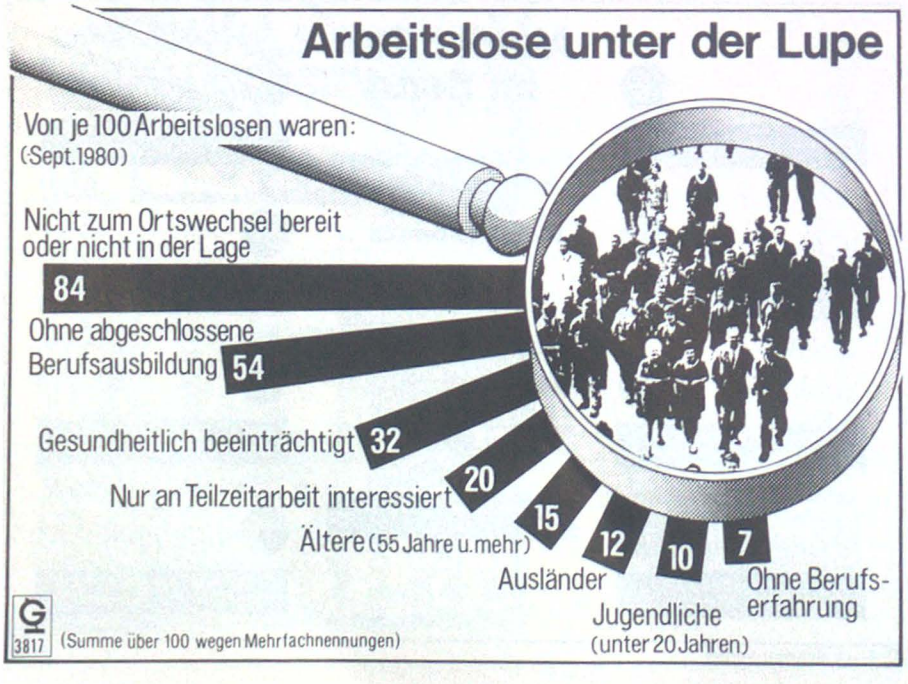
Die Ausbildung von Ingenieuren und Wissenschaftlern wäre in den USA zunehmend dadurch verschlechtert, daß die technische Ausrüstung an den Universitäten und Colleges unzureichend und veraltet sei. Darüber hinaus gäbe es zuwenig Fakultäten für Ingenieurwissenschaften und Computerwissenschaften.

Mißlich sei darüber hinaus, daß die Universitäten nicht in der Lage seien, hochqualifizierte Absolventen an den Instituten zu halten. Es sei zunehmend unattraktiv, eine akademische Karriere einzuschlagen. Die Industrie würde darüber hinaus mit höheren Gehältern locken. Immer weniger Studenten würden ihre Ausbildungslaufbahn mit der Promotion beenden.

Die nicht informierte Gesellschaft

Das zweite Bein in der Weiterentwicklung sei eine „informierte Gesellschaft" (wie sie in der Bundesrepublik Steinbuch schon vor mehr als einem Jahrzehnt beschworen hat). Der schwindende Umfang an vermittelter Technik von seiten der Schulen stehe im krassem Gegensatz zu den Informationsbemühungen, die Japan und die Sowjetunion für ihre Bürger an den Tag legen würden.

An den Oberschulen und Universitäten in den USA wurden sowohl die Eingangsvoraussetzungen als auch die Prüfungsanforderungen gesenkt: Damit sinkt bei ständig komplizierter werdender Technik das Verständnisniveau leider ab. Kp.



Zwischen Abitur und Studium

Wird zwischen Abitur und Studium erstmals eine Beschäftigung ausgeübt, so bleibt diese Tätigkeit sozialversicherungsfrei, wenn sie nicht „berufsmäßig" ausgeübt wird. Als „berufsmäßig" (und damit versicherungspflichtig) gilt eine Beschäftigung dann, wenn durch sie der Lebensunterhalt überwiegend verdient wird. Eine Berufsmäßigkeit wird dann immer verneint, wenn bei der Arbeitsaufnahme keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, daß der ersten Beschäftigung innerhalb absehbarer Zeit eine weitere folgen wird. Diese Bedingung ist im allgemeinen dann erfüllt, wenn zwischen Abitur und Studiumsbeginn eine befristete Beschäftigung von höchtens zwei Monaten oder 50 Arbeitstagen eingegangen wird. Kp.

„So könnte man es machen!“ sagen erleichtert viele Benutzer der Reihe „Das kleine Praktikum“.

Praktikum der Magnettechnik.

Der Magnetismus in Theorie und Praxis – eine moderne Übersicht. Von Dr. Karl **Reichel** und Rudolf **Schiffel.** – 272 Seiten, 166 Abbildungen, 13 Tabellen. Lwstr-kart. DM 24.–
ISBN 3-7723-6661-9

Techniker und Fachingenieure als Anwender von Magnetwerkstoffen in der Elektrotechnik und in der Elektronik werden mit diesem Praktikum über den neuesten Stand der Magnettechnik so informiert, daß sie die gewonnenen Erkenntnisse leicht und nutzbringend verwerten können.

Auswahl aus dem Inhaltsverzeichnis:
Grundlagen, Ursachen und Gesetze des Magnetismus – Die Hystereseschleife und die daraus abgeleiteten Kenngrößen der Magnetwerkstoffe – Magnetische Größen und Einheiten (SI) – Dauermagnetwerkstoffe, weichmagnetische und magnetisch halbharte Werkstoffe unter Berücksichtigung des neuesten Standes und der DIN-Normen – Anwendung magnetischer Werkstoffe – Magnetische Meßtechnik und deren Normung – Anhang: Kleines Wörterbuch des Magnetismus.

Z-Dioden.

Theoretische und praktische Erfahrungen bei Schaltungen mit Z-Dioden. Von Gérard **Mourier.** – 188 Seiten, 188 Abbildungen. Lwstr-kart. DM 19.80
ISBN 3-7723-6571-X

Das vorliegende Buch, dessen theoretischer Teil so kurz wie möglich gehalten wurde, gibt einen hohen Wissens- und Erfahrungsschatz weiter. Dabei wurden alle Schaltungen – bis auf eine – vom Verfasser geprüft, was nicht den Eindruck erwecken soll, daß es sich „nur“ um eine Schaltungssammlung handelt. Vielmehr wird der Leser durchaus auch in die Lage versetzt, einige Schaltungen zu entwickeln und zu berechnen. – Ein Buch also, das bisher fehlte.

Wer das Inhaltsverzeichnis nur kurz überfliegt, erkennt folgendes: Knapp sind die theoretischen Grundlagen gehalten, ausführlich dagegen der Aufbau und die Arbeitsweise von Stabilisierungsschaltungen mit Z-Dioden beschrieben. Dieser Abschnitt steckt voller Kniffe und Tricks. Die letzten 20 Seiten geben dann noch die vielfältigen Anwendungen der Z-Dioden an.

Operationsverstärker.

Eine katalogartige Schaltungs- und Formelsammlung für die Anwendungsgebiete der Operationsverstärker. Von Prof. Dipl.-Ing. Martin **Zirpel.** 3., verbesserte Auflage. 220 Seiten, 256 Abbildungen und 3 Tabellen.
Lwstr-kart. DM 26.–
ISBN 3-7723-6133-1

Vorhandene Operationsverstärker-Schaltungen werden klar und neue können selbständig entwickelt werden. Mit diesem Satz ist der Sinn und Zweck des Bandes fest umrissen.

Der einzelne Operationsverstärker wird – kleine Unvollkommenheiten außer acht lassend – schlicht als ideal angesehen. So wird die einzelne Schaltung besser begreifbar.

Daneben wird ein flexibles Aufbausystem vorgestellt, das einen schnellen Nachbau fördert. Aus den Grundschaltungen ergibt sich durch vielfältige Kombinationen ein ganzer Katalog interessanter, anwendungsbezogener Schaltungsentwürfe zur Industrie-Elektronik. Die meisten Schaltungen sind labormäßig erprobt und mit einem gängigen, preisgünstigen und universell anwendbaren Operationsverstärker ausgestattet. Schnell ablesbare Zuordnungstabellen drängen mathematische Berechnungen stark in den Hintergrund.

Franzis Bücher erhalten Sie durch jede Buchhandlung sowie in den einschlägigen Fachhandlungen. Bestellungen auch an den Verlag.

Franzis' der große Fachverlag für angewandte Elektronik

Funkschau

Elektronik in Audio und Video, Kommunikation und Meßtechnik

Herausgeber
FRANZIS-VERLAG GmbH
Anschrift für Verlag, Redaktion, Vertrieb, Anzeigenverwaltung und alle Verantwortlichen: Karlstr. 37, 8000 München 2, Postanschrift: Postfach 37 01 20, 8000 München 37, Fernruf 0 89/51 17-1, Fernschreiber (Telex) 5 22 301, Postscheckkonto München 57 58-8 07.

Verlagsleiter: Peter G. E. Mayer

Gesellschafter: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer KG, München (100 %)

Redaktion:
Chefredakteur: Dipl.-Ing. Klaus H. Knapp
Chef vom Dienst: Dipl.-Ing. Ulrich Radke
Ressortredakteure:
Ing. (grad.) Rudolf Auer (Audio, Video)
Dipl.-Ing. Klaus H. Knapp (Berufswissen, express)
Ing. (grad.) Thomas Knoll (Kommunikation, aktuell)
Dipl.-Ing. Ulrich Radke (Grundlagen)
Ekkehard Scholz (Praxis & Hobby, Leserbriefe)
Ing. (grad.) Wolf Peter Tangermann (Meßtechnik, Werkstatt & Service, Neuheitenmarkt)
Prof. Karl Tetzner (Neue Medien)

Eigene Korrespondenten:
Japan: Kazuo Kataoka, c/o Tokyo International Communication, Inc., Uiyajima Bldg., 28 Yoyogi 1-chome, Shibuya-ku, Tokyo
USA: Stanley Baker, 504 Nino Ave., Los Gatos, Ca. 95030

Funkschau-Labor:
Ing. (grad.) Hans Neumayr

Nachdruckrechte, Sonderdrucke und Lizenzen: Siegfried Pruskil

Hersteller: Robert Hufnagel

Anzeigen:
Anzeigenleiter: Gerhard Walde
Disposition: Karin Meewis
Telefon (0 89) 51 17-2 36

Anzeigenpreise nach Preisliste Nr. 25

Die FUNKSCHAU erscheint vierzehntäglich, jeweils freitags im 53. Jahrgang

Bezug:
Vertriebsleiter: Peter Habersetzer

Bestellungen nehmen jede Buchhandlung im In- und Ausland, die Deutsche Bundespost und der Verlag entgegen. Die Kündigung des Abonnements ist bei jährlicher Zahlweise 8 Wochen zum Kalenderjahresende, bei vierteljährlicher Zahlweise 8 Wochen zum Quartalsende möglich.

Bezugspreis: Das Einzelheft kostet im Inland DM 4.–, im Ausland DM 4.30. Das Jahresabonnement kostet im Inland DM 90.–, im Ausland DM 96.–. Der Abonnementspreis für das Vierteljahr (6 bzw. 7 Hefte) – nur im Inland möglich – beträgt DM 24.38. In diesen Preisen ist die gesetzliche Mehrwertsteuer in Höhe von 6,5 % enthalten, in den Abonnementspreisen auch die Versandkosten. Jahresabonnementspreise in ausländischer Währung: bfr 1776.–, hfl 110.–, öS 830.– zuzüglich öS 42.– Portoerhöhung = öS 872.–, sfr 91.–, USA surface mail: $ 54.–, airspeed: $ 79.–.

Verantwortlich für den Textteil: Ulrich Radke, für den Anzeigenteil: Gerhard Walde.

Druck: Franzis-Druck GmbH, Karlstraße 35, 8000 München 2, Fernsprecher (0 89) 51 17-1

Printed in Germany. Imprimé en Allemagne.
ISSN 0016-2841

Auslandsgesellschaft:
Franzis Publishing Co.
Managing Director: Michael-Alexander Mayer, 2816 Clay St., San Francisco, CA 94115, USA,
phone: (415) 346-2032,
telex: (TWX) 910-372 2019

Auslandsvertretungen für Anzeigen:
Schweiz: Exportwerbung AG, Neptunstraße 20, 8032 Zürich, phone: 01-47 46 90, telex 53 327

United Kingdom: Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 publon

Japan: International Media Ltd., 2-29, Toranomon 1-chome, Minato-ku, Tokyo, phono: 502-06 56, telex: 22 633

USA: International Media Marketing, 16704 Marquardt Ave. P.O. Box 1234, Cerritos. CA 90701, phone: (213) 9 26 95 44, telex: 9 105831 412

France: Agence Gustav Elm, 41, Avenue Montaigne, 75008 Paris, phone: 01-723 32 67

Italia: Rancati advertising, Milano San Felice Torre 5, I 20090 Segrate, phone: 02-7 53 14 45, telex: 3 11 010

Auslandsvertretungen für Bezug:
Danmark: Jul. Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87.

Nederland: De Muiderkring N.V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21.

Österreich: Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerling-Str. 1.

Schweiz: Verlag Thali AG, 6285 Hitzkirch (Luzern).

France: Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.

Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 1981 Franzis-Verlag, München

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen, Schaltungen und Programme in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. Entwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte, Schaltungen und Programme mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten, Programm-Listings usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.